VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Ц. РАНЧЕВА

Интенсивное производство шампиньонов



Ц. РАНЧЕВА

Интензивно производство на печурки

Ц. РАНЧЕВА

Интензивно производство на печурки

Перевод с болгарского **Г. Ф. Карасева**

Под редакцией и с предисловием
Л. А. Девочкина

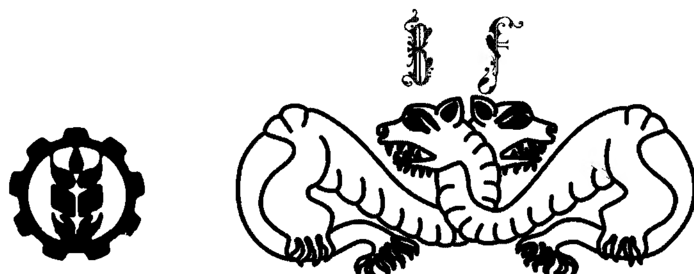
ЗЕМИЗДАТ, СОФИЯ, 1986

Ц. РАНЧЕВА

Интенсивное производство шампиньонов

Перевод с болгарского **Г. Ф. Карасева**

Под редакцией и с предисловием
Л. А. Девочкина



МОСКВА ВО "АГРОПРОМИЗДАТ" 1990

ББК 42.349
Р22
УДК 635.82

Редактор *Мотрий Л. И.*

Ранчева Ц.

Р22 Интенсивное производство шампиньонов / Пер. с болг. Г. Ф. Карасева; Под ред. и с предисл. Л. А. Девочкина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 190 с.: ил.
ISBN 5-10-001359-1

В книге обсуждаются вопросы организации производства шампиньонов на основе интенсивных технологий. Даются рекомендации по правильному приготовлению компоста, агротехнические мероприятия, меры борьбы с вредителями и болезнями шампиньонов.

Для агрономов, руководителей хозяйств.

Р $\frac{3704030700-074}{035(01)-90}$ 49-90

ББК 42.349

© Земиздат, София, 1986
© Перевод на русский язык, ВО "Агропромиздат", 1990

ISBN 5-10-001359-1

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Производство шампиньонов прошло долгий путь исторического развития от примитивного выращивания в различных приспособленных помещениях до современных интенсивных технологий в крупных специализированных комплексах.

Интерес к выращиванию шампиньонов с целью получения дополнительного высококачественного продукта питания возник давно и не случайно. Шампиньоны содержат в своем составе полноценные белки, комплекс витаминов и высокоактивных ферментов, экстрактивных и минеральных веществ и представляют ценный диетический продукт питания, оказывающий определенное лечебное действие.

Шампиньоны имеют ряд положительных хозяйственных качеств, благодаря которым культура получила широкое распространение.

Будучи сапрофитом, шампиньон успешно растет на субстрате, который готовят из отходов сельскохозяйственного производства (солома злаковых культур, навоз, птичий помет) и перерабатывающей промышленности. Таким образом, культивирование шампиньона в определенной степени способствует решению важной проблемы утилизации отходов при высоком выходе пищевого продукта. Кроме того, субстрат после выращивания шампиньона используют как отличное органическое удобрение для многих культур, возделываемых в открытом грунте. Благодаря этому производство шампиньонов является безотходным.

Шампиньоны можно выращивать в течение круглого года, что позволяет устранить сезонность в получении свежей продукции.

Короткий биологический цикл роста и развития шампиньона (около 90 дней) позволяет иметь не менее 3 оборотов культуры в год в каждом культивационном помещении. При внедрении же современной многозональной технологии выращивания с функциональной специализацией помещений можно иметь до 6,5 оборота культуры в год в камерах выращивания, а при использовании новых штаммов сортов интенсивного типа – более 7 оборотов культуры в год.

Шампиньон обладает огромными потенциальными возможностями. За последние 3 десятилетия благодаря техническому прогрессу, достижениям в технологии выращивания и интенсивной селекционной работе средняя урожайность шампиньонов в ряде стран мира увеличилась с 4–6 до 15–20 кг/м^2 за один оборот культуры, а в отдельных шампиньонных комплексах – до 25 кг/м^2, т. е. с 1 м^2 субстрата получают 120–160 кг грибов в год.

В крупных специализированных комплексах шампиньоны выращивают в контейнерах и на стационарных стеллажах в 5–6 ярусов. В подземных выработках и небольших шампиньонницах целесообразнее выращивать шампиньоны в мешках из полимерной пленки или в ящиках.

Интенсификация производства шампиньонов включает прежде всего совершенствование вентиляционного оборудования, механизацию и автоматизацию производственных процессов. Во многих странах современные крупные шампиньонные комплексы оснащены новейшим оборудованием с программным управлением.

В нашей стране успешно работают крупные комплексы по производству шампиньонов. Большой интерес к выращиванию шампиньонов проявляют и грибоводы-любители, широкое распространение получает кооперативное движение, поэтому материалы, изложенные в настоящей книге, весьма полезны для начинающих грибоводов-любителей, членов кооперативов по выращиванию шампиньонов и для грибоводов-профессионалов. Материалы книги могут быть использованы преподавателями и специалистами по подготовке грибоводов в СПТУ, школах и на спецкурсах.

В дополнение к материалам настоящей книги можно рекомендовать также статьи в периодических изданиях по отдельным вопросам технологии выращивания шампиньонов.

Л. А. Девочкин

ВВЕДЕНИЕ

Ранее в Болгарии применялась примитивная технология выращивания шампиньонов, требовавшая много ручного труда и пригодная только для личного хозяйства.

Под шампиньонницы использовали имеющиеся в наличии постройки и помещения, а для сезонного выращивания строили шампиньонницы, покрытые полимерной пленкой. Пастеризацию субстрата не проводили.

Сегодня средняя урожайность по стране в небольших примитивных шампиньонницах составляет 5–6 кг/м^2 за один оборот культуры, но отдельные грибоводы получают урожаи в два раза выше. В примитивной шампиньоннице при глубине грядки 20 см на 1 м^2 полезной площади загружают в среднем 75 кг субстрата. Следовательно, средний урожай шампиньонов в расчете на 1 т субстрата составляет около 80 кг.

С целью интенсификации производства грибов в последние годы начато внедрение новой технологии. Она основывается как на зарубежном опыте, так и на результатах экспериментальной работы, проведенной на бывшей опытной станции овощеводства в селе Негован возле Софии.

Основным отличием этой технологии является использование термической обработки субстрата, независимо от того, доставлен ли готовый субстрат из крупных современных предприятий по приготовлению субстрата или из шампиньонниц, где он уже подвергался пастеризации в небольших камерах.

Кроме того, новая технология включает еще два основных элемента, характерных для интенсивного производства шампиньонов в современных шампиньонницах, – использование зернового мицелия и его перемешивание с субстратом при посеве.

Эти три элемента новой технологии позволяют интенсифицировать процесс производства в простых по устройству шампиньонницах. Сокращается цикл выращивания, создаются предпосылки для увеличения числа оборотов культуры в шампиньоннице и снижаются затраты труда и топлива. Сокращение продолжительности выращивания снижает опасность развития болезней и вредителей, а применение мешков из полимерной пленки в качестве емкостей значительно улучшает санитарные условия в шампиньоннице. Свежий субстрат уже не соприкасается с полом и элементами стеллажей, которые чаще всего являются источником инфекции. Кроме того, удаление использованного субстрата вместе с мешками предохраняет от инфекции и среду шампиньонницы. Конечным результатом внедрения новой технологии является не только повышение урожая, но и его стабилизация.

Результаты опытов и производственных проверок свидетельствуют, что средние урожаи в таких крупных районах, как Пловдивский,

Софийский, Варненский и др., превышают 150–160 кг грибов на 1 т субстрата. Максимальные урожаи, которые получают отдельные опытные грибоводы, достигают 240–300 кг на 1 т субстрата.

Преимущества новой технологии высоко оценены грибоводами, и она быстро внедряется. В 1983 г. только в Пловдивском округе уже эксплуатировалось более 200 термических камер.

Опыт свидетельствует, что эта технология позволяет внедрить и новый вид культивируемого шампиньона – шампиньон двукольцевой.

В предлагаемой книге учтены результаты опытов, производственных проверок новой технологии.

Автор выражает благодарность руководству окружного кооперативного предприятия "Билкокооп", Базы развития и внедрения при Центральном кооперативном союзе, грибного завода в с. Красен, кооперативного промышленного предприятия "Болгарские грибы" в поселке возле железнодорожной станции имени Т. Каблешкова в Пловдиве, специалистам Б. Атанасову, Б. Богданову и Т. Карабелову за поддержку и личное участие в решении задач по интенсификации примитивного грибоводства, инженеру Ал. Кондоферскому за его участие в испытании первых небольших термических камер и изготовлении эскизов приложения 3 данной книги, а также грибоводам, принимавшим участие в проведении опытов и производственных проверок.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШАМПИНЬОНА

Шампиньон относится к классу базидиальных грибов, порядку шляпочных, семейству пластинчатых, роду агариковых (*Agaricus*). Род *Agaricus* насчитывает много видов шампиньона, но наибольшее значение имеет шампиньон двуспоровый, называемый садовым, или обыкновенным, шампиньоном. Его ботаническое название *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Различают еще четырехспоровый шампиньон – *Agaricus bitorguis* (Quell) Sacc., который известен в Болгарии как летний шампиньон.

Шампиньон – гетеротрофный сапрофитный гриб, лишенный как пластид, содержащих хлорофилл, так и других. Он питается готовыми органическими и минеральными веществами, которые извлекает из полуразложившихся растительных и животных остатков. Тело шампиньона называют мицелием.

Мицелий – это подземный орган. Его народное название – "грибница". Используются лишь плодовые тела шампиньона, которые образуются из мицелия (рис. 1).

Плодовое тело является органом размножения, на котором образуются споры гриба. В благоприятных условиях из спор прорастают многоклеточные нити – гифы, которые образуют мицелий. Цикл развития шампиньона включает следующие стадии: спора – мицелий – плодовое тело – спора (рис. 2). Мицелий плотно охватывает субстрат, и его трудно отделить от него. В нем накапливаются запасы питательных веществ, необходимых для образования плодовых тел.

Если субстрат однороден, то мицелий развивается равномерно. Гифы мицелия (сначала паутинистые) имеют серебристо-белёсую ок-

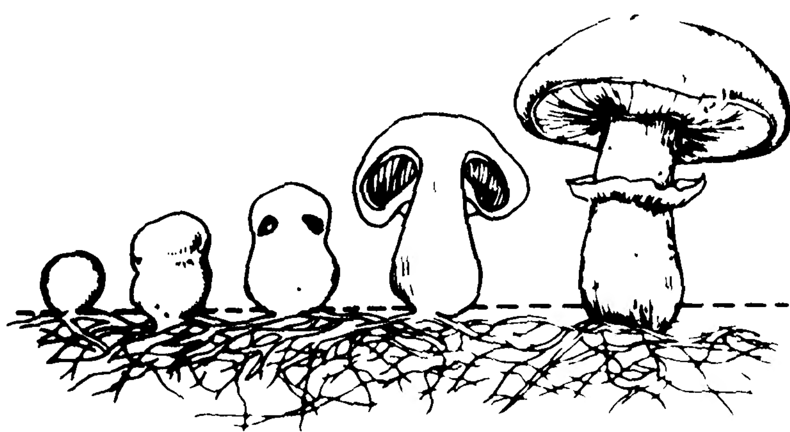


Рис. 1. Развитие плодового тела (по Громову)

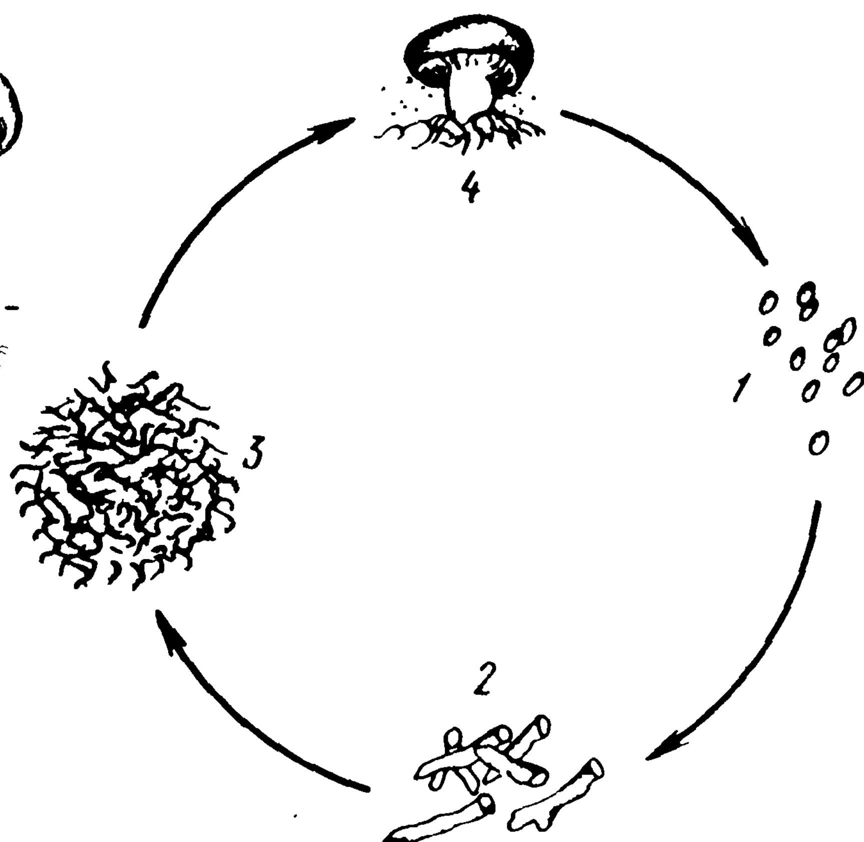


Рис. 2. Цикл развития шампиньона:

1 – споры; *2* – гифы первичного мицелия; *3* – мицелий; *4* – плодовое тело

раску. Постепенно паутинистый мицелий грубеет, отдельные гифы соединяются друг с другом (анастомозы) и образуют белый нитевидный мицелий, который пронизывает субстрат также в различных направлениях. Если нитевидный мицелий образуется без исчезновения паутинистого, то это свидетельствует о том, что в вегетативном теле гриба накопились резервные питательные вещества и он готов к плодоношению. Как только мицелий достигнет слоя покровного материала, он начинает расти вверх главным образом за счет удлинения гиф. На нитевидном мицелии в слое покровного материала (над субстратом) образуются завязи будущих плодовых тел. Они представляют собой небольшие узлы грибной ткани диаметром несколько миллиметров. При их увеличении нитевидные образования мицелия утолщаются и превращаются в белые шнуровидные тяжи (ризоморфы) толщиной до 3 мм. Этот мицелий называют тяжистым: он имеет двойное назначение – вместе с нитевидным мицелием служит в качестве проводящей ткани для доставки питательных веществ к плодовым телам и выполняет механическую функцию, связывая увеличивающиеся плодовые тела и мицелий. После отрыва плодовых тел тяжистый (шнуровидный) мицелий отмирает.

Плодоношение шампиньона обычно проходит волнами, продолжительность которых составляет 7–10 дней. Некоторые штаммы шампиньона плодоносят относительно равномерно.

Плодовое тело шампиньона состоит из ножки и шляпки с частным покрывалом с нижней стороны. Шляпка может иметь белую, кремовую или коричневую окраску кожицы с гладкой или чешуйчатой поверхностью в зависимости от вида, расы, штамма или условий выращивания. По мере роста плодового тела покрывало разрывается, и с нижней стороны шляпки открываются радиально расположенные пластинки, называемые ламелями, которые покрыты розовым спорообразующим слоем. Под микроскопом можно наблюдать, что в этом слое находятся булавовидные образования – базидии. У двуспорового шампиньона на каждой базидии имеется по две ножки – стеригмы, а у четырехспоровых – по четыре. На стеригмах образуются темно-коричневые споры с фиолетовым оттенком (рис. 3). Поэтому пластинки на стареющем плодовом теле становятся темно-коричневыми. Одно плодовое тело образует несколько миллиардов спор. Плодовые тела вырастают за 7–20 дней в зависимости от температурного режима в шампиньоннице. Шампиньон может размножаться также и вегетативно – с помощью кусочков предварительно выращенного посадочного материала – мицелия. На практике используется вегетативное размножение, которое является более надежным. Мицелий выращивают в специальных лабораториях.

Шампиньон предъявляет определенные требования к условиям выращивания. Для его развития не нужен свет, поскольку шампиньон является бесхлорофилльным растением. Более того, сильный свет отри-

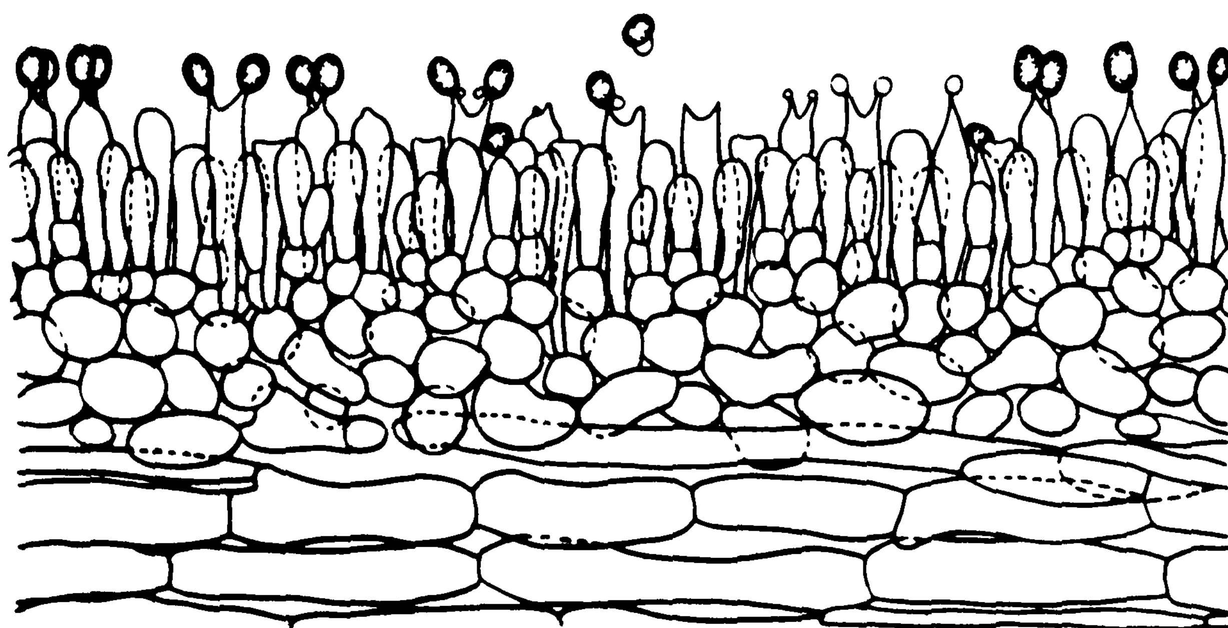


Рис. 3. Схема гимениального слоя шампиньона двуспорового (по Саразину)

цательно влияет на развитие шампиньона, так как он нагревает воздух в шампиньоннице и снижает его относительную влажность. Кроме того, свет стимулирует развитие некоторых вредителей – грибных комариков и мух.

Требования шампиньона к температуре зависят от вида и фазы его развития. Например, для прорастания мицелия двуспорового шампиньона оптимальная температура субстрата должна быть 22–26 °С в зависимости от штамма, а в период плодоношения – 16–20 °С. При температуре 33 °С мицелий обычно погибает, при температуре 3 °С рост мицелия прекращается, но он не погибает даже при температуре ниже нуля. Оптимальная температура воздуха, необходимая для развития шампиньона, составляет около 16 °С. Плодоношение обыкновенного (двуспорового) шампиньона практически прекращается при температуре воздуха в шампиньоннице ниже 10 °С и выше 20 °С.

Для развития мицелия шампиньона двукольцевого субстрат должен иметь температуру 29–30 °С; при температуре субстрата 35 °С он погибает; оптимальная температура воздуха в шампиньоннице в период плодоношения должна быть около 25 °С.

Большие требования шампиньон предъявляет к влажности питательной среды и относительной влажности воздуха в шампиньоннице. Во время прорастания мицелия субстрат должен содержать 60–65 % влаги, а относительная влажность воздуха должна быть свыше 90 %. В период плодоношения влагосодержание питательной среды должно составлять не менее 50–55 %. Резкие колебания температуры и влажности воздуха отрицательно влияют на развитие шампиньона.

Свежий воздух абсолютно необходим для шампиньона во время плодообразования. Увеличение концентрации углекислого газа свыше 0,2 % ухудшает качество плодовых тел и даже обусловливает прекращение плодообразования. Наличие только чистого и свежего воздуха может гарантировать получение хороших результатов в грибоводстве. Потребность шампиньона в свежем воздухе при полном развитии вол-

ны плодоношения варьирует от 8 до 20 м^3 на 1 м^2 гряды в час и зависит от величины волны. Шампиньон не переносит сильного и особенно сухого воздушного потока, который охлаждает или нагревает шампиньонницу, иссушает воздух, вызывает растрескивание плодовых тел или прекращение плодообразования. Аммиак и сернистые газы также вредны для шампиньона. Большой вред причиняет и дым.

Классическим субстратом для шампиньона является специально приготовленный полуразложившийся конский навоз. Шампиньон плохо развивается как в хорошо разложившемся навозе, в котором микробиологические процессы протекают слабо, так и в свежем навозе, который может саморазогреваться до температуры выше 30 °С или выделять аммиак и другие ядовитые для шампиньона газы. Основное значение в питании шампиньона имеют углеводы (целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин). Из азотных соединений гриб использует белки, пептоны, аминокислоты и аммонийные соли. Для развития шампиньона необходимы и такие элементы, как калий, магний, сера, фосфор, железо и кальций. Чтобы обеспечить получение высоких урожаев, все перечисленные вещества и элементы должны находиться в субстрате в определенном соотношении.

Оптимальная величина pH питательной среды (субстрата) для шампиньонов близка к нейтральной (6,5–7,5).

ПОМЕЩЕНИЯ, ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ КУЛЬТУРЫ ШАМПИНЬОНА

Под шампиньонницу может быть использовано любое помещение, которое отвечает требованиям шампиньона к факторам роста и развития. При любительском выращивании шампиньонов соблюдения этого условия вполне достаточно. Однако при товарном производстве шампиньонница должна приносить и доход. Это условие предполагает, что грибовод должен иметь больше познаний как в технологии выращивания, так и в экономике этого производства.

Шампиньоны можно выращивать под открытым небом, в пещерах и в самых различных помещениях, которые, в свою очередь, подразделяются на подземные и наземные.

Выращивание шампиньонов на открытых участках, практиковавшееся английскими, шведскими и датскими грибоводами, можно вспоминать только как о факте, имевшем место в прошлом. Даже самые благоприятные открытые места на территории Болгарии не могут обеспечить условий для производства продукции такого качества, которое отвечало бы требованиям современного рынка. В настоящее время нельзя рекомендовать подобный опыт даже для грибоводов-любителей. Аналогично обстоит дело и с производством шампиньонов в теплицах, которое в принципе возможно, но экономически невыгодно.

Естественные пещеры также не всегда пригодны для производства грибов, несмотря на то что в Швейцарии несколько крупных пещер приспособлены для выращивания шампиньонов. Тысячи насчитывающихся в мире пещер, в том числе и в Болгарии, обычно расположены вдали от дорог и населенных пунктов, большинство из них являются весьма обширными, имеют неправильную конфигурацию, проведение в них дезинфекции практически невозможно, а их приспособление для выращивания шампиньонов требует громадных средств. В большинстве случаев выгоднее на эти средства построить специальные сооружения – шампиньонницы.

ПОДЗЕМНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Это могут быть заброшенные каменоломни (шампиньонницы в с. Красен, Русенского округа), катакомбы, бомбоубежища, бункеры и подвалы под частными и общественными постройками. Такие помещения имеют некоторые преимущества: они изолированы от внешних воздействий; в них сравнительно легко поддерживать постоянные условия микроклимата; зимой их можно проветривать естественным путем, а при необходимости нетрудно и отапливать.

Однако подземные помещения имеют и серьезные недостатки, некоторые из них имеют очень большие размеры и холодны; большинство нельзя проветривать естественным путем в течение теплых сезонов года из-за недостаточной разницы температуры воздуха; другие недоступны для транспортных средств, третьи трудно дезинфицировать и т. д. Обширные подземные помещения часто невозможно разделить на самостоятельные участки, и субстрат приходится загружать поэтапно. В таком случае трудно как поддерживать оптимальные условия микроклимата, необходимые для развития культуры, так и проводить профилактические мероприятия. Особенно большую опасность с профилактической точки зрения представляют рассыпанные частицы использованного субстрата, когда нагруженные транспортные средства передвигаются мимо площадок с вновь заложенным субстратом, это обусловливает задержку сбора урожая и, следовательно, потери производственного времени. Число оборотов культуры в таких помещениях в среднем не превышает 1,5 в год.

При выборе помещения для производства шампиньонов прежде всего оценивают естественный температурный режим. Если температура воздуха в подземном помещении зимой снижается до 10 °С, а летом повышается до 20 °С, то оно считается пригодным для выращивания шампиньонов в течение всего года; в противном случае в нем можно организовать только сезонное (в осенне-зимний и зимне-весенний периоды) выращивание. При этом помещение дополнительно обязательно отапливают.

Для этих целей используются обыкновенные печи (твердое, жидкое или газовое топливо), оборудуют водяное, паровое или электрическое отопление; если экономически выгодно, то устанавливают кондиционеры.

Самым простым способом отопления небольшого помещения является обогрев с помощью обыкновенной печи. Ее целесообразно располагать непосредственно у входа в помещение. Такое расположение печи благоприятно для зимнего сезона, когда при открывании дверей в помещение врывается поток холодного воздуха, который встречает отпор теплой воздушной волны. Перед входом в культивационное помещение сооружается тамбур, что тоже позволяет избежать резких колебаний температуры. Тепло от печи не должно попадать непосредственно на культивационные гряды. Низкая кирпичная перегородка позволяет направлять подогретый воздух вверх. Полезно также устанавливать печь ниже уровня пола. Печь ни в коем случае не должна дымить.

Боровное отопление позволяет поддерживать более равномерный температурный режим в шампиньоннице, но очень часто возникают трудности из-за дыма, и, кроме того, оно экономически невыгодно.

Паровое отопление менее пригодно для шампиньонниц из-за неравномерности температурного режима, который неблагоприятно отражается и на относительной влажности воздуха.

Водяное отопление считается наиболее приемлемым; при этом предпочтение отдают радиаторам с гладкими трубами. Ребристые трубы загрязняются и их трудно чистить.

В небольших шампиньонницах часто невыгодно применять охлаждающие установки. Поэтому важно использовать естественные микроклиматические условия. Прежде всего соотношение гряда : воздух ($м^2$: $м^3$) должно быть в несколько раз бо́льшим в пользу воздуха. В этом случае помещение можно проветривать только в холодное время суток; в жаркие дни обеспечивается рециркуляция имеющегося в помещении более холодного воздуха. С этой целью используют обыкновенный бытовой вентилятор (рис. 4 и 5).

Вентиляция подземных культивационных помещений в холодное время года осуществляется сравнительно легко и естественным путем. Согласно закону физики о воздушной конвекции, если температура

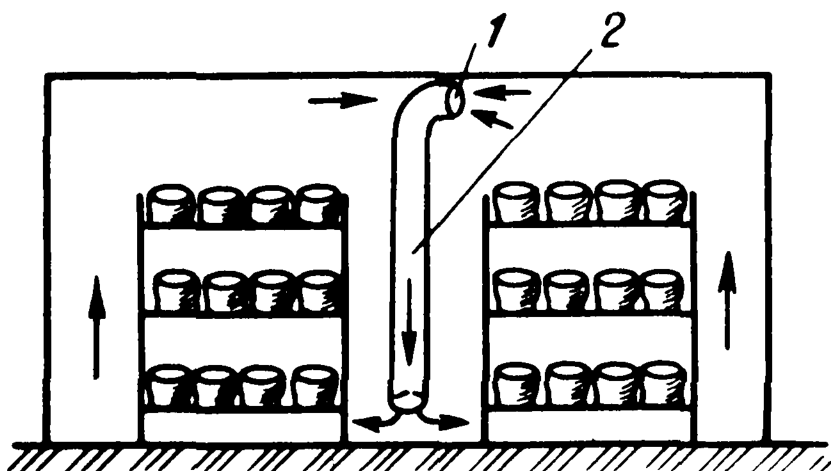


Рис. 4. Система рециркуляции воздуха в шампиньоннице:

1 — вентилятор; *2* — вертикальный рукав из полимерной пленки

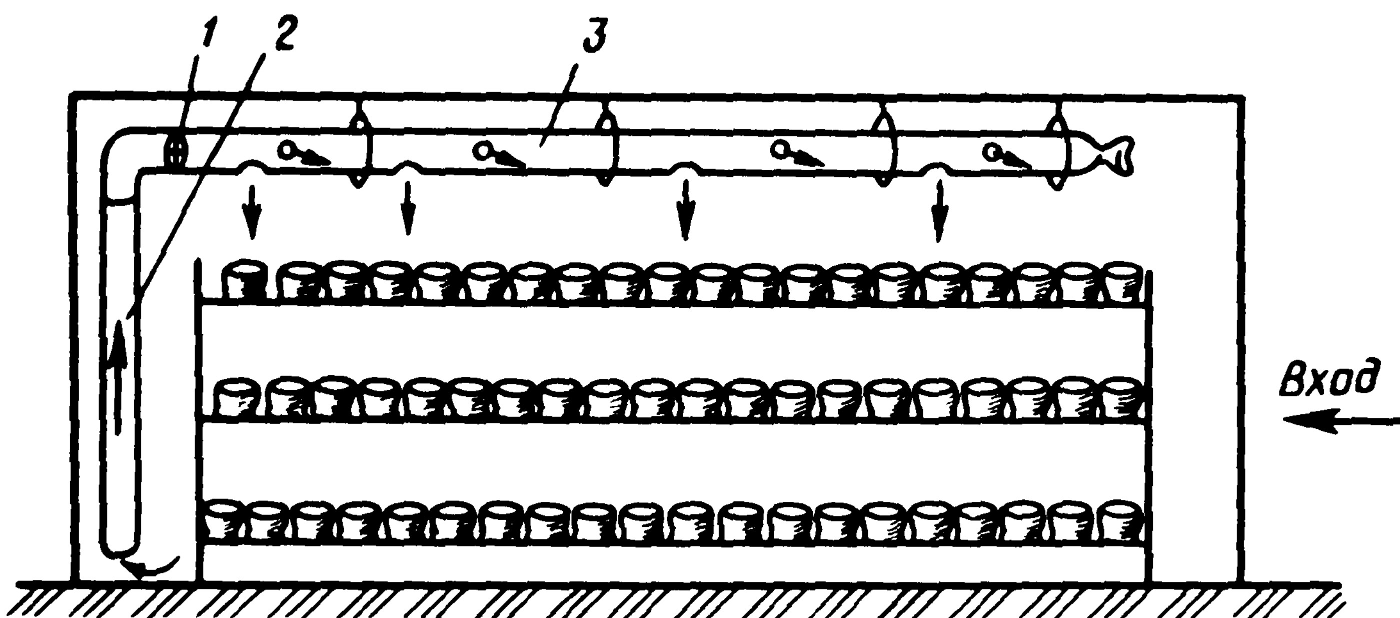


Рис. 5. Система рециркуляции воздуха в шампиньоннице с жестким воздуховодом:
1 – вентилятор; 2 – жесткий воздуховод; 3 – горизонтальный распределительный воздуховод (жесткий или из рукава полимерной пленки)

двух соседних воздушных слоев различается, они размещаются один под другим – более теплый воздух является более легким и поднимается вверх. Так, в холодный сезон теплый отработанный воздух в шампиньоннице поднимается вверх и удаляется из помещения через вентиляционные устройства, а на его место поступает свежий, но холодный воздух. Правильно определяя количество и производительность вентиляционных устройств, а также время, в течение которого их держат включенными, можно регулировать температуру и чистоту воздуха в шампиньоннице.

Однако летом подземные помещения, в которые воздух поступает через вентиляционные шахты, нельзя проветривать естественным способом. Холодный воздух из таких помещений можно удалить только с помощью вытяжных вентиляторов или путем нагнетания свежего воздуха. Последнее проводится с помощью перфорированного воздуховода, который равномерно распределяет свежий воздух по всему помещению, или с помощью воздуховода с одним отверстием, который направляет свежий воздух в наиболее удаленные от шахты приточной вентиляции места. Если грибовод оснащает шампиньонницу специальной вентиляцией, то он должен обратиться за советом к инженеру, который разработает соответствующий технический проект.

Некоторые подземные помещения в виде исключения можно проветривать естественным способом и в летний сезон. Это галереи, вход в которые расположен на дне тоннеля ниже отверстия вентиляционной шахты. В зимний период теплый воздух из тоннеля поднимается вверх и улетучивается через вентиляционную шахту, а на его место через дверь поступает холодный воздух. Тогда говорят, что труба "тянет". В теплое время года холодный и тяжелый воздух из галереи "выходит" через дверь, а на его место через вентиляционную шахту поступает свежий и

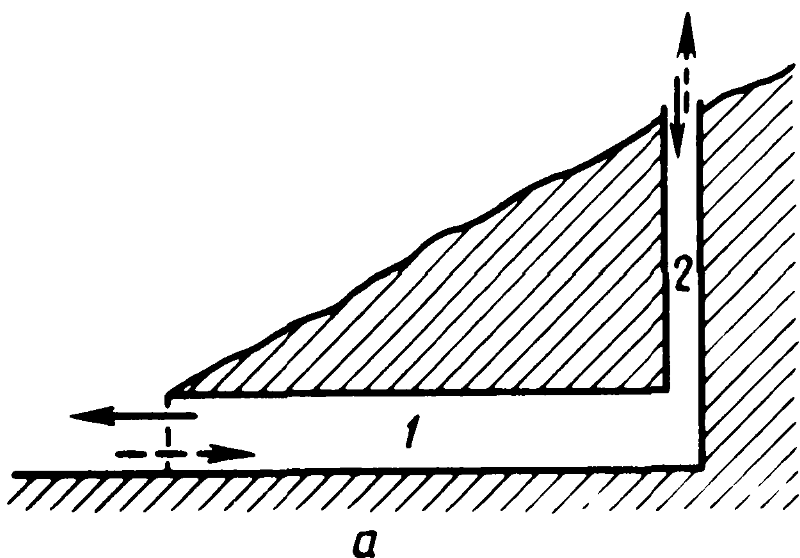
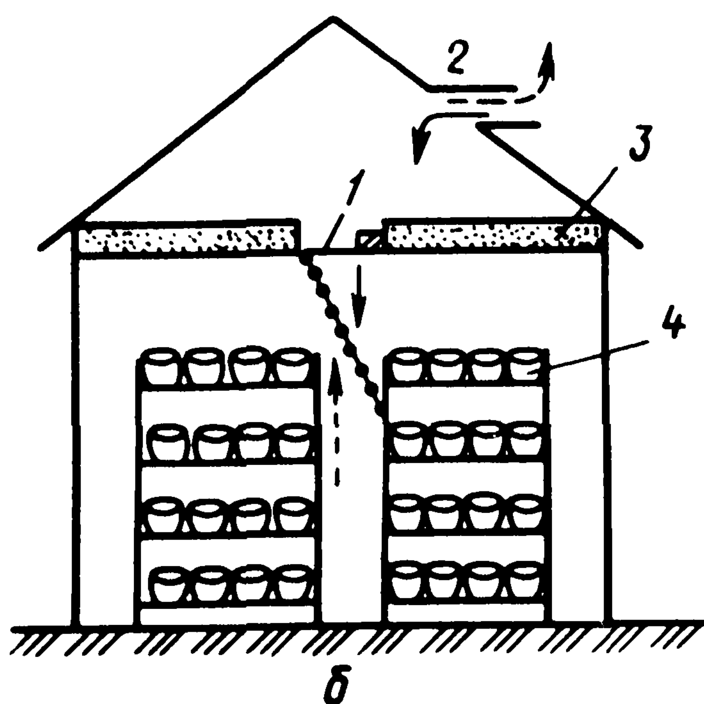


Рис. 6. Схема естественной вентиляции на основе воздушной конвекции (температурный перепад, или эффект печной трубы) (сплошные стрелки показывают движение воздуха летом, а пунктирные — зимой) :

а — движение воздуха в галерее, выкопанной в склоне горы: *1* — галерея; *2* — шахта; *б* — движение воздуха в наземном помещении: *1* — клапан; *2* — вентилятор; *3* — теплоизоляция; *4* — стеллаж



более теплый воздух. Тогда говорят, что из подземелья "дует" (рис. 6).

Если галерея глубокая и вентиляционная шахта достаточно широкая и длинная, то запаса холодного воздуха в ней достаточно для "разбавления" поступающего теплого воздуха. Такие подземные помещения успешно используют для производства шампиньонов и летом.

В бомбоубежищах всегда имеется естественная вентиляция, так как еще при их строительстве обеспечивают денивеляцию между двумя входами. Обычно летом их используют наземно, а зимой — со стеллажами.

Хорошо проветриваются естественным путем и убежища со звездообразным расположением входов и выходов, которые, хотя и находятся на одном горизонтальном уровне, являются противоположными.

В подвалах используют те же системы вентиляции. При теплой погоде днем следует применять рециркуляционный вентилятор, а ночью, в особенности в крупных шампиньонницах, — системы естественной вытяжной вентиляции (дополнительно включают вытяжной вентилятор). Еще лучше, если вытяжка воздуха проводится примерно на уровне пола с помощью воздуховода, изготовленного из жести, досок или каркаса, обтянутого полимерной пленкой (см. рис. 5).

НАЗЕМНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Обычно используют для этого старые толстостенные постройки — хлева, конюшни, свинарники, сараи, фабрики, казармы, обычные дома и т. п. Сюда следует включить остекленные и пленочные теплицы и популярные в Болгарии летние шампиньонницы с покрытием из по-

лимерной пленки, которые грибоводы строят в полугорных и горных районах Болгарии (рис. 7).

Если для производства шампиньонов приспосабливают остекленные теплицы, то возникает опасность конденсационных явлений в зимний период. Конденсации водяных паров и иссушения гряд можно избежать только теплоизоляцией стен и укрытием теплиц соломой, слоем стиропора или стекловаты. Так как устройство изоляции обходится дорого, то в Болгарии шампиньоны в теплицах выращивают только в осенний период.

Конденсация, хотя и в незначительной степени, может появиться на перекрытии любого наземного помещения, особенно если оно изготовлено из бетонных плит. Капли воды, которые падают, как дождь, на верхние гряды стеллажей, иногда их полностью "затопляют". Этого можно избежать путем дополнительной изоляции плит перекрытия слоем шлака, древесными стружками, соломой и другими материалами. В крайнем случае дополнительно оборудуют каплеуловитель из полимерной пленки, который монтируют над стеллажами и с помощью которого отводят воду на проходы шампиньонницы.

Стеллажные шампиньонницы с покрытием из полимерной пленки, используемые в течение летнего сезона в горных районах (см. рис. 7),

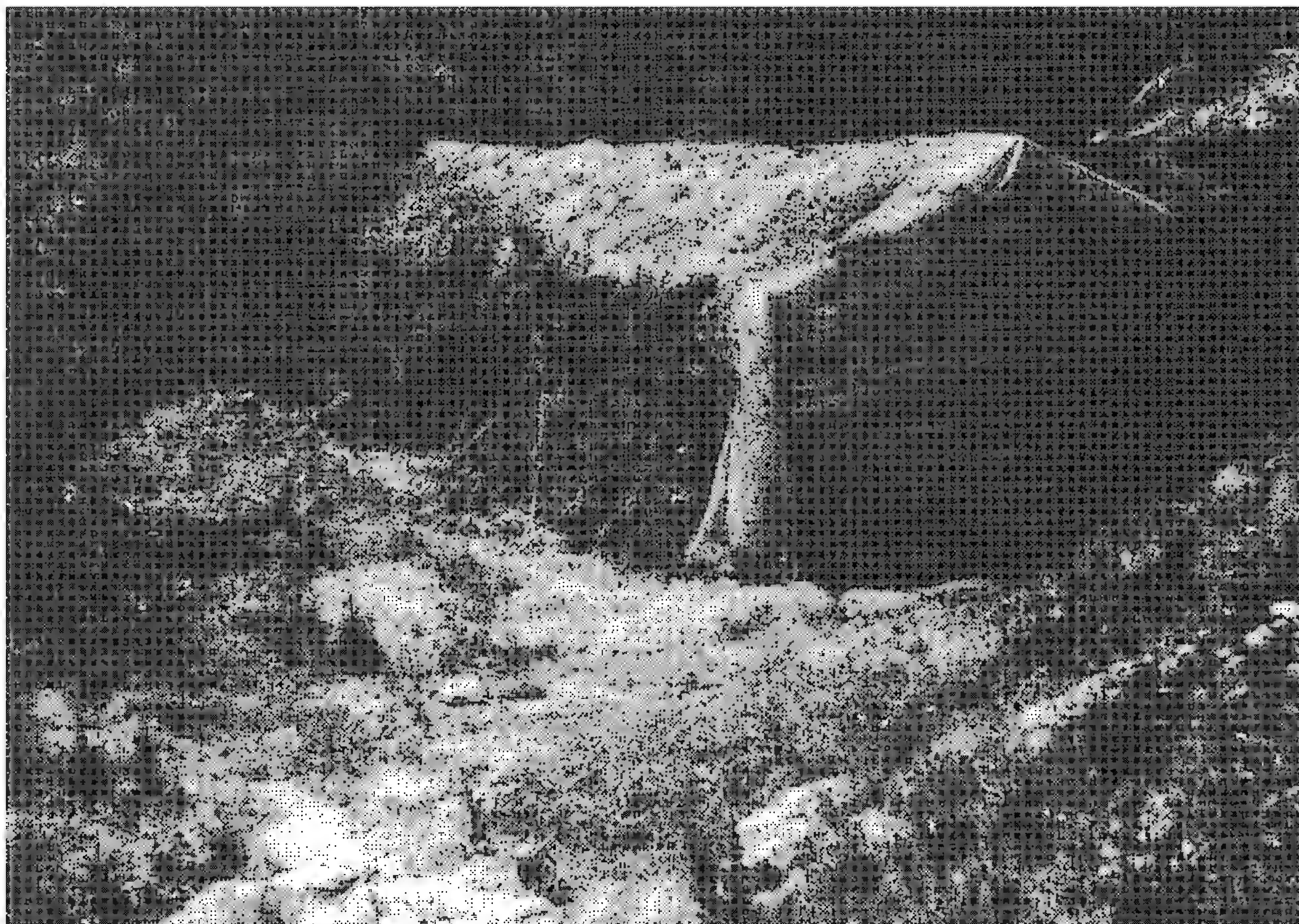


Рис. 7. Временная шампиньонница, дополнительно затененная ветками

часто не имеют хорошей теплоизоляции кровли. По этой причине и из-за резких суточных колебаний внешней температуры кроющий слой на верхних стеллажах переувлажняется вследствие конденсации водяных паров. Если нельзя улучшить изоляцию, следует хотя бы открыть два противоположных отверстия под коньком крыши – в передней и задней стенах. На отверстия натягивают марлю или устанавливают металлические сетки от грибных мух и комариков и оставляют их постоянно открытыми.

Обогрев наземных шампиньонниц осуществляют так же, как и подземных.

Вентиляцию в наземных шампиньонницах проводить намного легче. Открыванием противоположных дверей и других отверстий достигается очень быстрый обмен воздуха. Естественная вентиляция через шахты или отверстия, расположенные в крыше, является также очень эффективной (см. рис. 6).

Сушилки табака

Во всех районах Болгарии, в которых производят табак, агропромышленные комплексы располагают современными сушилками табака, которые используются по своему назначению не более 5 мес в году – в течение летнего и осеннего периодов. С ноября по июнь следующего года их с успехом можно использовать для выращивания шампиньонов. Особенно пригодными являются сушилки типа "Белк-кюринг" и "Каснаковский". Все они оборудованы паровым отоплением и вентиляционными установками. В Пазарджикском, Видинском, Благоевградском, Ямболском, Хасковском, Брачанском и других округах накоплен достаточный опыт по производству шампиньонов в сушилках табака на стеллажах, а в последнее время в мешках из полимерной пленки.

В Болгарии разработана экспериментальным путем, проверена и в некоторых хозяйствах внедрена интенсивная технология при аккордной оплате труда работников в зависимости от конечных результатов их труда. Другие хозяйства предпочитают сдавать в аренду сушилки табака частным лицам, кооперативным союзам.

Плодохранилища с искусственным охлаждением

Плодохранилища с искусственным охлаждением, которые используются часто только в течение 4–5 мес в году, при незначительном их переоборудовании, прежде всего системы вентиляции, осенью и в течение части зимнего периода можно использовать для производства грибов. В этом отношении в ГДР и Польше накоплен богатый опыт, который с успехом можно использовать и в других странах.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСТАНОВКАМ И ОБОРУДОВАНИЮ ПОМЕЩЕНИЙ

Прежде всего шампиньонница должна быть доступна для механизированного транспорта – грузового автомобиля. Если материалы будут выгружать снаружи, то предварительно строят бетонную площадку.

Всегда отдают предпочтение помещениям с гладким бетонным полом или его специально бетонируют. Предпочитают гладко оштукатуренные стены и перекрытие, что облегчает проведение дезинфекции шампиньонницы. Обеспечивается канализация для отвода сточных вод в специальную емкость; не допускается их растекание в районе шампиньонницы. Если используется помещение с деревянным потолком, то его обивают полимерной пленкой; однако через некоторое время (через 1–2 оборота культуры) перекрытие следует оштукатурить. Шампиньонница должна быть обеспечена чистой питьевой водой. Если нет водопровода, то воду можно доставлять в цистернах и наливать ее в чистые продезинфицированные емкости. Необходимы также установки для подогрева воды.

Все шампиньонницы, особенно во влажных подземных помещениях, электрифицируют противовлажной электропроводкой, а переносные лампы питают током низкого напряжения – 24–36 В.

В Болгарии большинство шампиньонниц оборудуют стеллажами, но есть и шампиньонницы с размещением гряд на полу. Напольные гряды успешно используют в зимних овцеводческих фермах агропромышленных комплексов (АПК) в предгорных и горных районах, где шампиньоны выращивают в период с мая до конца сентября, а также в легких временных постройках для получения осеннего урожая в равнинных районах (рис. 8).

Стеллажи бывают одинарные и двойные. Одинарный стеллаж обычно размещают у стены. Оптимальная ширина стеллажа составляет 70–80 см. Более широкий стеллаж затрудняет обслуживание, и особенно сбор урожая, а также выполнение операций по уходу за культурой после окончания соответствующей волны плодоношения.

Двойной стеллаж обычно имеет ширину 140 см. При необходимости для более эффективного использования площади данной шампиньонницы можно изготовить и более широкие стеллажи (до 180 см).

Минимальное расстояние между ярусами в одном стеллаже составляет 60 см, первый ярус расположен на высоте 30 см от пола. Даже если нижний ярус размещают на полу, второй ярус располагают на высоте 90 см от пола. Это облегчает обслуживание первого яруса (рис. 9).

Легче всего обслуживать 3-ярусные стеллажи, но часто встречаются шампиньонницы и с 4–5- и даже 6-ярусными стеллажами. Минимальное



Рис. 8. Шампиньонница, построенная из местных материалов, для осеннего выращивания грибов с размещением емкостей на полу

расстояние от верхнего яруса до потолка шампиньонницы составляет 1 м. Для многоярусных стеллажей предусматриваются "кошачьи" проходы на уровне 4-го яруса, что очень облегчает их обслуживание. Можно проложить и рельсовые пути с мобильной платформой (рис. 10).

Вид и количество стеллажей зависят от условий в помещении, которое используют как шампиньонницу. При строительстве специальных помещений для шампиньонницы целесообразно было бы избегать одинарных стеллажей. В шампиньоннице с 2 или 4 двойными стеллажами предусматривают боковые проходы шириной 50–60 см (вдоль стен) и главные проходы шириной 80–100 см между каждыми двумя стеллажами. Двери должны быть расположены против главного прохода. Отверстия в потолке оставляют над главным проходом. Радиаторы водяного отопления монтируют в боковых проходах, а дополнительные вентиляционные отверстия обычно располагают в стенах напротив боковых проходов.

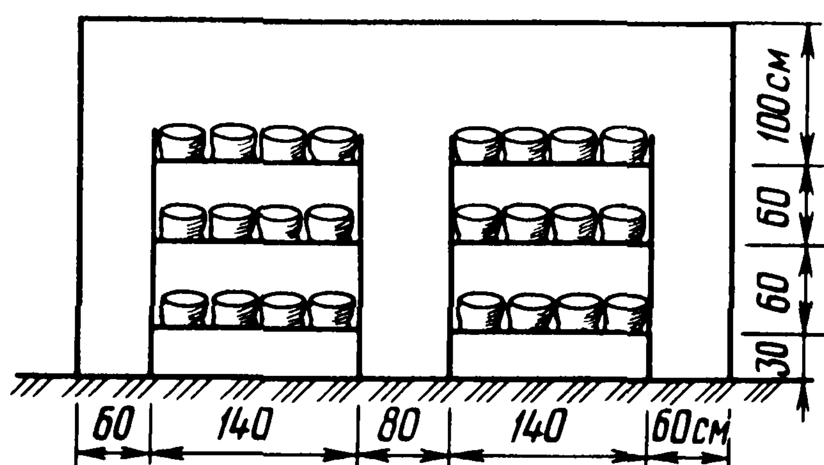
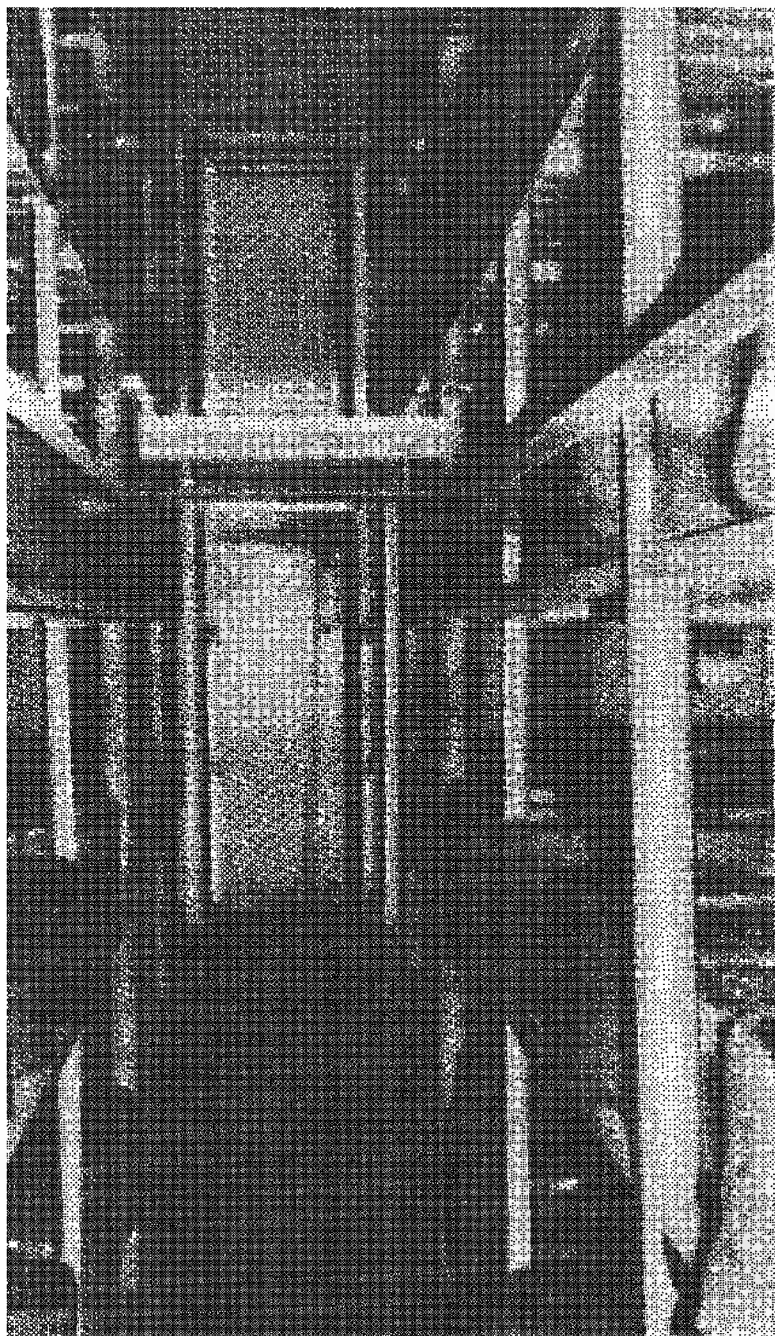


Рис. 9. Схема размещения двух двойных трехъярусных стеллажей

Рис. 10. Платформа для уборки грибов в многоярусной стеллажной шампиньоннице



Длина стеллажей зависит от длины шампиньонницы. Но если шампиньонница очень длинная, то продольные стеллажи следует пересекать проходами хотя бы через каждые 10 м.

Стеллажи из металлических конструкций используют многократно, покрывая конструкцию суриком или окрашивая ее масляной краской после каждого оборота культуры. Дно стеллажей изготавливают из различных материалов, некоторые из них (доски, дранка, разбитая тара, дощатые ставни, камышитовые маты, стебли сорго и подсолнечника, обрезки полиэтилена и др.) применяются однократно. Многократно используют железобетонные решетки или днища из металлической сетки. При примитивном производстве шампиньонов стеллажи с деревянной несущей конструкцией используют только для получения одного оборота культуры, так как дерево является основным источником инфекции. При интенсивном производстве шампиньонов и использовании мешков из полимерной пленки деревянные стеллажи из нового соснового материала после проведения соответствующей дезинфекции можно использовать 2–3 раза. При выборе материала для стеллажей и типа конструкции обычно учитывают, чтобы на каждый 1 м^2 полезной площади приходилось приблизительно 150 кг субстрата и покровного материала.

Если под шампиньонницу используют узкое, но длинное помещение, которое отапливается печью, рекомендуется в двух его концах по длине оставить свободное пространство для печей и огородить его низкой кирпичной перегородкой.

Пригодные для культуры шампиньонов помещения, которые отапливаются различными отопительными приборами, следует обязательно оснащать устройствами для рециркуляции воздуха. С их помощью выравнивают перепады температуры воздуха в шампиньоннице и обеспе-



Рис. 11. Неравномерное плодоношение по вертикали из-за неравномерного обогрева шампиньонницы

чивают равномерное развитие шампиньонов. В противном случае начало плодоношения на нижних ярусах опаздывает более чем на 2 нед (рис. 11) по сравнению с началом плодоношения на верхних ярусах.

КОМПОСТИРОВАНИЕ

ПОНЯТИЕ О КОМПОСТИРОВАНИИ

Питательная среда, на которой выращивают шампиньоны, называется субстратом, а процесс его приготовления – компостированием.

На протяжении нескольких столетий субстрат готовили из соломистого конского навоза, который в настоящее время является дефицитным сырьем не только из-за сокращения поголовья лошадей в мире, но и вследствие значительного развития грибоводства во многих странах. В течение последних 30–40 лет предложено много рецептов приготовления субстрата, в которых конский навоз частично или полностью заменяется другими материалами – соломой, грубым сеном, стержнями кукурузных початков, листьями и стеблями кукурузы, отходами льно- и целлюлозоперерабатывающей промышленности, городскими отходами, древесными опилками, сосновой корой и другими органическими и неорганическими (минеральными) добавками.

Известны также рецепты приготовления субстрата из навоза крупного рогатого скота, свиней, овец или птичьего помета, но всегда с добавлением большого количества соломы. Специальные требования предъявляются к кормлению животных, от которых получают такой навоз. Очень часто, хотя и неправильно, употребляются термины "полусинтетический субстрат", если замещается лишь часть конского навоза, и "синтетический субстрат", если конский или другой вид навоза вообще не используется.

Несмотря на крупные успехи, достигнутые в теории и практике компостирования, которые нашли свое выражение в получении высоких урожаев с единицы массы субстрата, до сегодняшнего дня нет точного ответа на вопрос, почему именно свежий соломистый конский навоз является наилучшим исходным материалом для приготовления субстрата. На практике стремятся к тому, чтобы все заменители конского навоза были аналогичны ему как по структуре, так и по составу.

Свежий конский навоз нельзя непосредственно использовать в качестве субстрата для шампиньона. Он содержит свободный аммиак, представляющий яд для мицелия. Кроме того, в нем содержатся растворимые сахара, пектин и другие вещества, пригодные для развития более жизнеспособных, чем мицелий шампиньона, микроорганизмов – бактерий и плесеней (плесневые грибы), которые являются его конкурентами. К тому же они обусловливают повышение температуры в навозе более 30 °C. Развитию вредных микроорганизмов способствует и щелочная реакция свежего конского навоза (pH выше 8).

Конечная цель компостирования – освободить исходный материал от вредных для шампиньона веществ, уничтожить некоторые микроорганизмы и вредителей шампиньона и создать селективный субстрат, пригодный для развития мицелия шампиньона и непригодный для развития микроорганизмов – конкурентов шампиньона.

Вековым опытом создан метод компостирования, при котором конский навоз или его заменители подвергаются микробиологической ферментации, в большей или меньшей степени управляемой человеком. Этот метод наиболее широко распространен и в современном грибоводстве, хотя микробиологическое компостирование представляет трудный технологический процесс. Поэтому специалисты ищут способы замены спонтанной ферментации техническими процессами. Уже разработаны новые прогрессивные и эффективные технические методы компостирования. Несмотря на это, практически они не применяются, чаще всего по экономическим соображениям.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУБСТРАТА

Конский навоз. Классический материал для приготовления шампиньонного субстрата – свежий конский навоз. Рацион лошадей, от которых получают навоз для приготовления субстрата, должен со-

стоять из овса и сена, в крайнем случае в него включают ячмень или рожь. В качестве подстилки используют в основном пшеничную (норма расхода – 2–4 кг/сут на одну лошадь), ржаную, рисовую и в виде исключения – ячменную солому. Овсяную солому не используют, потому что она слишком мягкая и из нее получают некачественный "липкий" субстрат. Для подстилки солома должна использоваться сухая, чистая (незаплесневевшая) и лучше всего – длинностебельная (неразрезанная). На крупных площадках для компостирования удобнее использовать солому, спрессованную в тюки. Отдают предпочтение однолетней соломе, поскольку она лучше увлажняется.

Из рациона лошадей исключают зеленую траву, силос, мелассу, свеклу, морковь, кукурузу и отруби. Провяленная люцерна считается хорошим кормом. В последние десятилетия для выращивания грибов стали часто использовать навоз от рысистых и племенных лошадей. Поставляют его и предприятия по производству сыворотки.

Большое значение для получения качественного конского навоза имеет и качество соломенной подстилки. Выход сильносоломистого конского навоза влажностью около 45–50 % составляет 10–20 кг/сут в расчете на одну лошадь. Такой конский навоз – отличный материал для приготовления шампиньонного субстрата. Конский навоз следует использовать сразу же или в течение 6–7 дней после доставки. Допускается хранение только высушенного навоза.

Хорошо хранится сильносоломистый конский навоз, который подсушивают и укладывают в большие кучи на чистой площадке.

Навоз, защищенный от дождей, можно хранить в течение многих месяцев. Перегоревший (побелевший) конский навоз использовать нельзя.

Иногда при сушке навоза к нему добавляют гипс из расчета 20 кг/т навоза. Позднее при компостировании в субстрат не добавляют известняк или гипс.

Если грибовод приобретает конский навоз в различных конюшнях (разный режим кормления и содержания лошадей), он обязательно должен учитывать влажность и содержание общего азота в каждой из партий навоза. При этом проводится бонитировка навоза по одному общему показателю – например по влажности 50 %.

В таблицах 1 и 2 представлен химический состав различных видов навоза.

Требования к заменителям конского навоза. Все целлюлозосодержащие материалы, которые можно использовать в качестве грубого корма для животных, более или менее пригодны для выращивания шампиньонов. Как в животноводстве, так и в грибоводстве они должны быть по качеству не хуже фуража; они не должны быть заплесневевшими. Получение и сохранение фуражных качеств этих материалов зависят от их правильного производства, транспортировки и хранения, исключающего увлажнение дождевыми и другими водами. При увлаж-

Таблица 1. **Химический состав соломистого навоза от верховых лошадей** (по Лернеру, 1959), % от сухого вещества

Содержание сухого вещества	Органическое вещество	Азот общий	Зола	Фосфор (P_2O_5)	Кальций (CaO)	Калий (K_2O)	pH	Соотношение C : N
30,1 (минимальное)	65,0	1,1	10,1	0,3	0,4	0,2	7,3	18,7
60,0 (максимальное)	89,9	2,3	35,0	1,6	2,6	1,5	7,8	44,0
47,4 (среднее)	83,3	1,5	16,5	0,9	1,4	1,1	–	30,0

нении создаются условия для развития многочисленных групп микроорганизмов, особенно плесеней, которые бесконтрольно разлагают органическое вещество и превращают фураж в гнилую и заплесневевшую массу, пригодную только для использования в качестве удобрения.

На площадке для компостирования необходимо работать с материалами, качество которых отвечает требованиям стандарта и гарантирует получение высококачественного субстрата и высокого урожая шампиньонов. Отклонения в качестве материала должны найти отражение в цене на конечный продукт.

Таблица 2. **Химический состав свежего навоза из соломы, полученного от разных животных** (по проф. Станчеву и др., 1971), %

Компоненты	Крупный рогатый скот	Овцы	Свиньи	Лошади	Состав сухого вещества конского навоза, %*
Вода	77,30	64,60	72,40	71,30	–
Органическое вещество	20,30	31,80	25,0	25,40	88,50
Зола	–	–	–	–	11,50
Азот общий (N)	0,45	0,83	0,45	0,58	2,02
Фосфор (P_2O_5)	0,23	0,23	0,19	0,28	0,98
Калий (K_2O)	0,50	0,67	0,60	0,63	2,20
Кальций (CaO)	0,40	0,33	0,18	0,21	0,73
Магний (MgO)	0,11	0,18	0,09	0,14	0,49
Сера (SO_2)	0,06	0,15	0,08	0,07	0,24
Хлор (Cl_2)	0,10	0,17	0,17	0,04	0,14
Кислород (O_2)	0,85	1,47	1,08	1,77	6,17
Углерод : азот (C : N)	20 : 1	17 : 1	25 : 1	20 : 1	20 : 1

* Состав сухого вещества навоза рассчитан автором настоящей книги.

Навоз, и в особенности куриный помет, который используют в грибоводстве, также должны соответствовать определенным качественным показателям, заложенным в соответствующем рецепте приготовления шампиньонного субстрата.

Например, навоз крупного рогатого скота и свиней можно использовать лишь в том случае, если животных кормили сухим, включая зерновой, фуражом и содержали на соломенной подстилке. Такой навоз должен быть по структуре похожим на сильносоломистый конский навоз, но отличаться от него по запаху и составу.

Куриный помет должен использоваться от кур-несушек или бройлеров, содержащихся на подстилке или без нее. Подстилка может быть из мелконарезанной соломы, корзинок подсолнечника или древесных опилок. Если есть возможность выбора, следует избегать использования древесных опилок в качестве подстилки. Никогда не используется помет от кур, содержащихся на подстилке из древесных стружек.

Так как помет содержит большое количество общего азота (2,5–5 %), то его можно использовать и в качестве структурного элемента субстрата, и в качестве азотной добавки.

Не исключается использование куриного помета без подстилки. Его растворяют в воде до получения жидкой кашицы и равномерно распределяют на основном материале – соломе или сильносоломистом навозе. Дозировка помета зависит прежде всего от содержания в нем общего азота.

Свежий бройлерный помет с соломенной подстилкой или подстилкой из древесных опилок имеет влажность около 30 % и представляет хорошую среду для развития некоторых микроорганизмов, плесеней и особенно подур. В старом, длительное время хранившемся бройлерном помете в большом количестве размножаются желто-зеленые плесени вследствие наличия в нем легкодоступных сахаров и белковых веществ. Поэтому все органические материалы – заменители конского навоза, применяемые в грибопроизводстве, должны быть свежими или, если это возможно, сухими (после хранения).

Минеральные добавки к субстрату. В субстрат вносят также минеральные добавки – азотные удобрения, суперфосфат, калийную соль, микроэлементы, известняк ($CaCO_3$) и гипс ($CaSO_4$).

Исследования, проводимые в лабораторных условиях и на базе опытных шампиньонниц, часто вносят поправки в прежние представления о химии и биологии шампиньонного субстрата. За последние 10 лет изменилось также отношение к минеральным добавкам. В настоящее время воздерживаются от использования традиционных в прошлом таких добавок, как известняк, суперфосфат, калийная соль. Однако практически нет рецепта приготовления субстрата, в котором не предусматривалось бы добавление гипса.

Гипс имеет свойство связывать компостные коллоиды, благодаря чему улучшается аэрация материала и повышается его водоудерживаю-

щая способность. Он позволяет избежать получения "липкого" субстрата и нейтрализует сильнощелочную реакцию в "зеленом", т. е. недокомпостированном, субстрате. Если гипс добавляют в начале компостирования, то он обеспечивает кальцием микроорганизмы, участвующие в микробиологической ферментации. Следовательно, он может заменить известняк. При добавлении гипса сокращается период компостирования, снижаются потери сухого вещества в субстрате и повышается урожай шампиньонов. Следует помнить, что гипс, как и другие минеральные добавки, следует, насколько возможно, равномернее распределять в массе субстрата.

УСЛОВИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

Компостирование – спонтанно возникающая микробиологическая ферментация. Микроорганизмы – бактерии и низшие грибы, которые ее вызывают, – широко распространены в природе и в больших количествах содержатся в навозе и растительных отходах. Достаточно создать в этих материалах благоприятные условия для развития микроорганизмов, и они начнут быстро размножаться.

Микроорганизмы, развивающиеся в субстрате, можно разделить на 3 группы:

1. Бактерии, размножающиеся при низкой температуре – ниже 20 °C.

2. Мезофильные микроорганизмы – актиномицеты и некоторые грибы, которые развиваются при температуре 20–30 °C и погибают при температуре выше 40–45 °C.

3. Термофильные микроорганизмы – прежде всего плесени, которые развиваются при температуре 45–60 °C.

Качественный субстрат получают главным образом благодаря жизнедеятельности термофильных микроорганизмов. Микроорганизмы первых двух групп создают необходимые условия для жизнедеятельности микроорганизмов этой группы.

Доказано, что благоприятная ферментация в конском навозе протекает при достаточном доступе воздуха, а также при содержании в нем 1,6–2,4 % общего азота (в расчете на сухое вещество) и 70 % воды. Наличие в компостируемой массе свободного аммиака в начале процесса благоприятствует ферментации, так как только в условиях щелочной среды (pH 8–8,5) синтезируются наиболее ценные для шампиньонов питательные вещества. Опытами доказано, что в процессе микробиологического компостирования никакое другое основание не может заменить аммониевое. Другим условием, необходимым для начала микробиологической ферментации, является температура в исходном материале, которая должна быть выше 5 °C.

В начале ферментации развиваются микроорганизмы, которые нуж-

даются в более низкой температуре питательной среды. Как следствие их деятельности, температура в субстрате повышается и тем самым их развитие подавляется, размножаются новые, более теплолюбивые микроорганизмы. Однако температура в субстрате может достигнуть предела, при котором микроорганизмы погибают и создаются условия для протекания химических процессов, преимущественно процессов обугливания.

Грибовод должен знать теорию процессов микробиологической ферментации. Лишь тогда он сможет производить высококачественный субстрат.

Субстрат – сложное вещество, связанное с жизнедеятельностью десятков микроорганизмов в органической среде, в различные сезоны, на открытых площадках или в закрытых помещениях; механизм этого процесса до конца еще не выяснен. Поэтому производители субстрата ориентируются на использование более стандартных по виду и по составу исходных материалов, стремятся механизировать и регулировать техническими средствами процессы, протекающие в компостируемой массе.

Считается, что ферментация лучше всего протекает при температуре 51–53 °С. Однако при такой температуре погибают не все вредные для шампиньона микроорганизмы. Применение же технического обогрева компостируемой массы не всегда способствует правильному течению микробиологической ферментации. Поэтому предпочтение отдается все еще классическим методам компостирования.

На практике из предварительно подготовленных материалов формируют правильной формы кучи – бурты субстрата, которые периодически перетряхивают вручную или с помощью перебивочной машины, чтобы в них проникал воздух или чтобы внести воду и различные добавки.

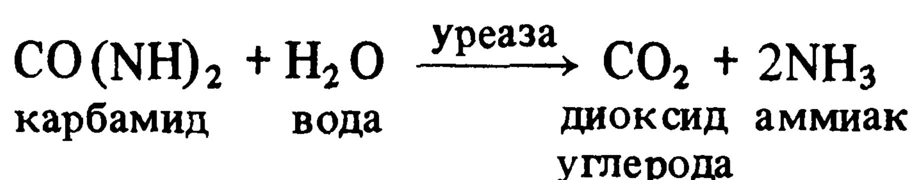
При современном производстве шампиньонов компостирование завершают в специальных камерах. Там сырой субстрат, прошедший микробиологическую ферментацию в буртах, подвергают дополнительной или завершающей контролируемой ферментации.

СУЩНОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

В объяснение механизма микробиологической ферментации в процессе компостирования внесли свой вклад многие специалисты. Известно, что микроорганизмы в субстрате используют углеводные компоненты конского навоза как источник энергии для усвоения азотистых и других веществ, необходимых для создания биомассы. Данные исследований свидетельствуют, что в исходном материале необходимо иметь определенное соотношение между углеродом и азотом, но не меньшее значение имеет и качественный состав этих веществ. Напри-

мер, бактерии, с деятельности которых начинается процесс компостирования, используют растворимые сахара и пектины, а гемицеллюлоза и целлюлоза для них недоступны. Эти вещества усваиваются термофильными актиномицетами и плесенями. Считают, что в исходном материале должно быть достаточное количество легкодоступных углеродных соединений, а соотношение углерода и азота должно быть примерно 20 : 1. Путем добавления отходов сахарного производства в процессе компостирования можно уменьшить потери углерода и азота в компостируемом материале, но при этом необходимо правильно определить, в какой момент и в каких дозах внести эту добавку.

На следующем примере можно показать, как бактерии используют легкорастворимые сахара в качестве источника энергии, необходимого для усвоения неорганического азота. При расщеплении ферментами солей аммония, нитратов и карбамида образуется аммиак. Например, уреаза расщепляет карбамид по следующей схеме:

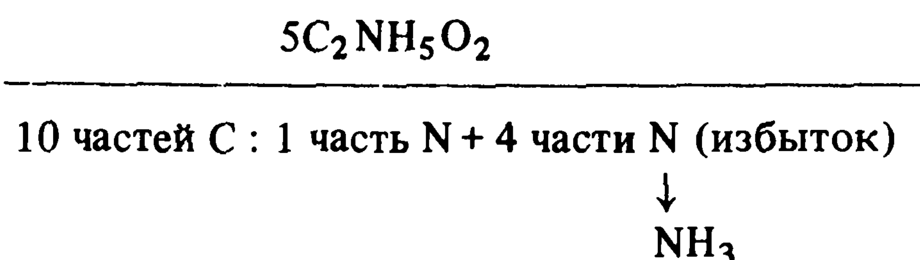


$$CO(NH)_2 + H_2O \xrightarrow{\text{уреаза}} CO_2 + 2NH_3$$

карбамид вода диоксид углерода аммиак

В дальнейшем аммиак используется микроорганизмами для поддержания своей жизнедеятельности.

Избыток растворимых сахаров в исходном материале нежелателен, так как в субстрате из-за недостаточной концентрации аммиака не может быть достигнута оптимальная щелочная реакция. Также нежелателен и дефицит в исходном материале углеводных энергетических источников, так как в этом случае микроорганизмы усваивают аминокислоты и белковые вещества. Обычно для поддержания своей жизнедеятельности микроорганизмы используют одну часть азота на каждые 10 частей углерода. Следовательно, если источником энергии служат белки и аминокислоты, то следует ожидать выделения в субстрате значительного количества аммиака. Например, в молекуле глицина ($C_2NH_5O_2$) содержатся 2 части углерода и 1 часть азота. Следовательно, микроорганизмы из 5 молекул глицина могут получить 10 частей углерода и 1 часть азота. Оставшиеся 4 части азота превращаются в аммиак, который не усваивается микроорганизмами.



$5C_2NH_5O_2$

10 частей C : 1 часть N + 4 части N (избыток)

↓

NH_3

Таким образом можно получить "сильноаммиачный" субстрат, который при перебивках из-за выделения аммиака теряет значительную часть азота. Роль азота в микробиологической ферментации изучалась многими исследователями. Некоторые из них установили прямую связь между содержанием азота в субстрате и величиной урожая шампиньо-

нов, другие констатировали одинаковый урожай при содержании азота в субстрате 1,6–2,7 % в расчете на сухое вещество. В настоящее время существует мнение, что азот влияет прежде всего на процессы ферментации, т. е. на жизнедеятельность микроорганизмов, и в меньшей степени – на урожайность шампиньона.

В зависимости от условий компостирования исходный материал может содержать 1,6–2,5 % общего азота в расчете на сухое вещество. При этом большое значение имеет и качественный состав азотистых веществ.

Экономии азота при компостировании, кроме добавки в субстрат растворимых сахаров, можно добиться путем подбора азотных добавок. Неорганический азот часто бывает дешевле органического, но он быстрее и легче расщепляется до аммиака. Высокая концентрация аммиака в компостном бурте иногда может затруднить жизнедеятельность микроорганизмов, тогда как добавки азота в органической форме обеспечивают постепенную отдачу этого азота в процессе ферментации. Такими медленнодействующими добавками являются только органические азотные добавки, а на практике болгарские грибоводы аналогичный эффект получают при комбинации карбамида, который легче выделяет аммиак, с аммиачной селитрой.

Свободный аммиак в субстрате можно сохранить ограниченной вентиляцией (большие штабеля), более частыми (механизированными) перебивками и др. Образование бикарбонатов в субстрате также ведет к уменьшению выделения аммиака. Специалисты особое внимание уделяют быстрому фиксированию свободного аммиака в субстрате в период термической обработки.

На рисунке 12 представлена схема микробиологической ферментации, при которой из исходных материалов получают готовый субстрат - селективный питательный субстрат для шампиньона. В начале компостирования развивается мезофильная микрофлора. Она вызывает расщепление карбамида и органических азотсодержащих веществ, используя углеводы и освобождая аммиак, но до тех пор, пока концентрация аммиака не достигнет токсичной для этой группы микроорганизмов. Температура в компостируемом материале постепенно повышается, что приводит к гибели мезофильной микрофлоры. Вместе с тем создаются условия для развития термофильных микроорганизмов. Они используют образовавшийся аммиак, органические добавки, погибшие микроорганизмы, а также продукты промежуточного обмена веществ (остатки полисахаридов) и снова синтезируют микробиологический белок. При этом выделяется аммиак, который или теряется, или вновь ассимилируется микроорганизмами. Для жизнедеятельности микрофлоры необходимо много углеводов, значительная часть которых теряется в виде CO_2, а вторая часть ассимилируется микроорганизмами. В конце процесса компостирования количество пентозанов и клетчатки заметно снижается, а количество лигнина увеличивается. В пе-

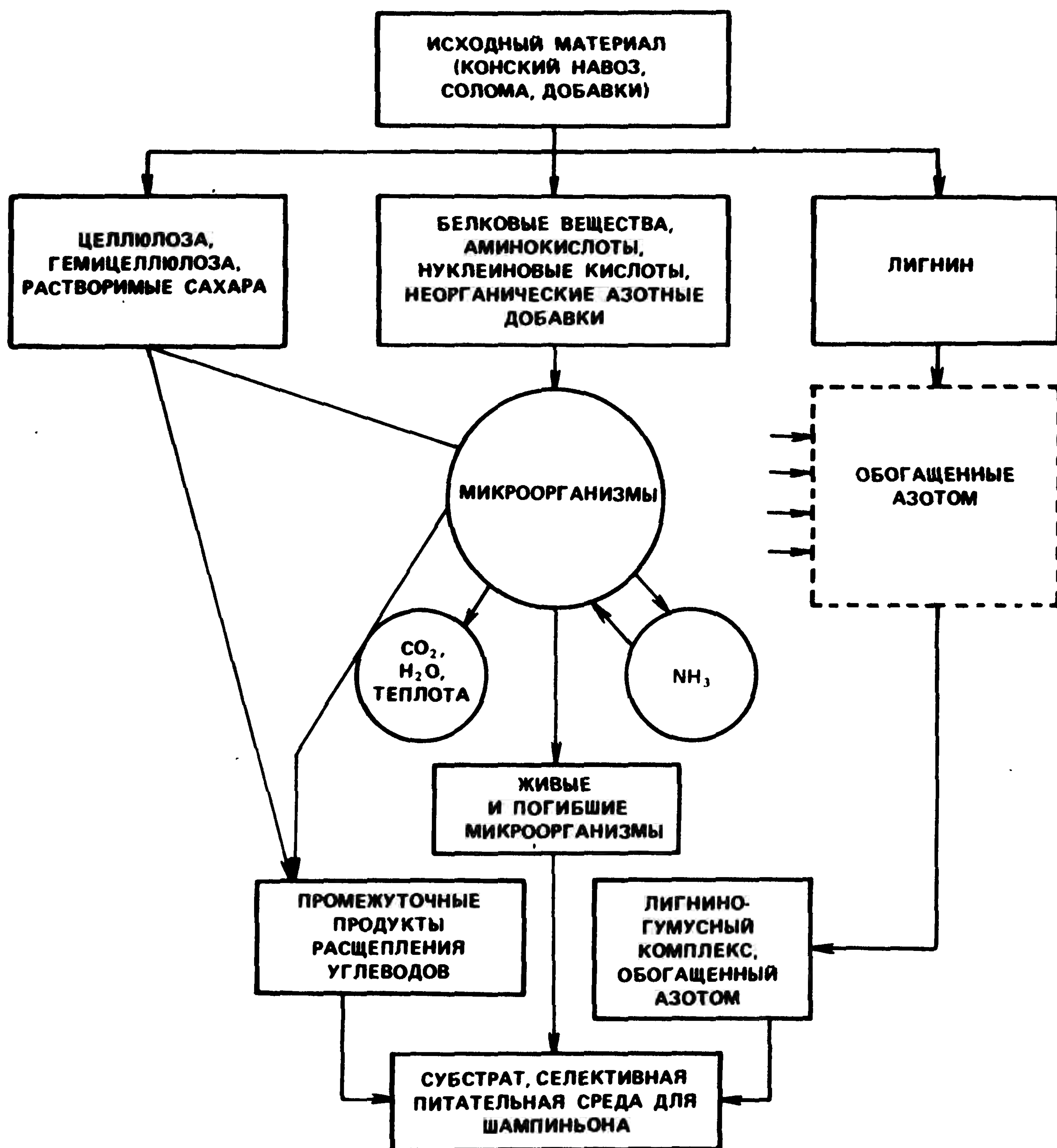


Рис. 12. Схема микробиологической ферментации субстрата (по Герритсу)

риод компостирования уменьшается количество растворимого азота и увеличивается доля нерастворимого азота, который входит в состав биомассы субстрата и в лигнино-гумусный комплекс.

В то же время количество золы в субстрате остается постоянным, но ее относительное содержание увеличивается из-за уменьшения содержания органического вещества, израсходованного микроорганизмами для поддержания своей жизнедеятельности.

Соломины в субстрате, рассматриваемые под электронным микроскопом, в конце компостирования теряют свой блеск и покрываются

аморфным слоем, который состоит из погибших микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Это аморфное вещество вместе с лигнином голландский миколог Геритс назвал лигнино-гумусным комплексом, обогащенным азотом (Gerrits et all, 1968). Он не растворяется в кислоте и содержит большое количество органического азота, а также около 40 % сахаров, 12 % белка и 4 % фенольных соединений. Доказательством, что биомасса субстрата (совокупность живых и мертвых микроорганизмов) является основным источником питания шампиньонов, служит то, что около 50 % этой компостной фракции расходуется в первые 28 дней после посева мицелия (Fermor and Wood, 1982). Биомасса субстрата содержит необходимые для питания мицелия органические и неорганические вещества, а также воду. С помощью своих ферментов шампиньон разлагает бактерии и термофильные грибы и использует их для питания.

Таким образом, компостирование следует прекратить в то время, когда субстрат наиболее богат питательными веществами для шампиньона. В противном случае ферментация может постепенно привести к полному превращению органического вещества в CO_2, H_2O, NH_3 и минеральные соли, и вместо субстрата получим перегнивший навоз.

С помощью этих теоретических основ грибовод лучше разберется в сущности микробиологической ферментации и сможет приготовить из различных исходных материалов высококачественный субстрат.

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СУБСТРАТА

Предварительная подготовка исходных материалов. Подготовка смеси из исходных материалов, которые будут затем подвергнуты компостированию, называется предварительной подготовкой исходных материалов. Этот процесс проводят на открытой бетонированной площадке, под навесом или в закрытом помещении ангарного типа. Площадка или пол должны иметь уклон до 0,5 %, емкости для сбора жижи, т. е. жидкости, которая будет вытекать из штабеля при ее увлажнении. Потери навозной жижи из штабеля нежелательны. Нежелательной является также задержка навозной жижи в емкости, так как в ней начинают протекать вредные анаэробные процессы.

Если используют однородный исходный материал, например среднесоломистый конский навоз с незначительными добавками, то бурт можно приготовить на небольшой площади (1,5 $м^2$ на 1 т навоза). Для увлажнения можно использовать опрыскиватель. Ферментация этим способом требует проведения нескольких перебивок материала, которые в крупном масштабе выполняются только механизированным способом с помощью экскаватора или тракторного погрузчика (рис. 13, 14 и 15).



Рис. 13. Фронтальный тракторный погрузчик



Рис. 14. Электропогрузчик с приспособлением для перемещения субстрата на площадке для компостирования



Рис. 15. Трактор с навесными фронтальными вилами



При приготовлении синтетического или полусинтетического субстрата обычно формируют плоские кучи (рис. 16). При этом исходные материалы, включая органические азотные добавки, вносят последовательно, укладывая солому послойно и увлажняя ее. Навозную жижу, которая вытекает из бурта (обычно в значительных количествах), необходимо собирать в подземный резервуар для повторного использования, и это еще раз доказывает, что необходима бетонированная площадка или закрытое сооружение ангарного типа.

Рис. 16. Формирование кучи соломы фронтальным тракторным погрузчиком на открытой площадке для компостирования



Рис. 17. Бассейн для увлажнения соломы, расположенный в закрытом ангаре (г. Скерневице, ПНР)

Солому или сильносоломистую смесь из исходных материалов можно увлажнять и в специальном неглубоком бассейне. Допускается трамбовка соломы в бассейне трактором для того, чтобы расплющить грубые соломины и увеличить их водоудерживающую способность. Увлажненный материал выгружают из бассейна после того, как он впитал определенное количество воды, и сразу же заменяют его следующей партией соломы (рис. 17). Однако этот метод непригоден для увлажнения тяжелого конского навоза, а также навоза с короткой и мягкой соломой.

Плоская куча обычно имеет высоту 50–60 см, но в зимних условиях, чтобы избежать промерзания материала, высота может достигать и 1 м. Следовательно, на 1 м^2 площадки можно подготовить 200–500 кг исходного материала (готового, увлажненного). После одного или нескольких перемешиваний смесь становится однородной и ее можно подвергать микробиологической ферментации. Соломины становятся более мягкими, а водоудерживающая способность исходного материала увеличивается. Последними в смесь добавляют минеральные азотные добавки – обычно непосредственно перед компостированием. Так как современные заводы производят гранулированные и стабилизированные азотные удобрения, то их добавляют в сухом состоянии, распределяя равномерно, после чего бурт поливают водой.

Таблица 3. **Содержание общего азота в навозе из различных материалов** (по результатам анализов, проведенных в химической лаборатории опытной станции по овощеводству в с. Негован), %

Материал	Вода	Сухое вещество	Общий азот, % от сухого вещества
Навоз от верховых лошадей, среднесоломистый, свежий	40–60	40–60	1,3–1,5
Навоз от верховых лошадей, сильносоломистый, свежий	30–45	55–70	1,2–1,3
Навоз от верховых лошадей, слабосоломистый, свежий	60–70	30–40	1,5–1,7
Навоз от рабочих лошадей, среднесоломистый, свежий	40–60	40–60	1,1–1,2
Навоз от рабочих лошадей, сильносоломистый, свежий	30–45	55–70	1,0
Навоз от верховых лошадей, сильносоломистый, высушенный	20–30	70–80	1,2
Навоз от лошадей, содержащихся в горах (скармливали сено и овес)	60–80	20–40	1,7–1,9
Солома пшеничная, ржаная или рисовая	12–15	85–88	0,4–0,6
Сухие листья и стебли кукурузы на посев	12–20	80–88	1,2
Сухие стержни кукурузных початков	12–15	85–88	0,5
Стебли льна (отходы)	12–15	85–88	1,2
Помет от кур-несушек, содержащихся без подстилки, свежий	50–70	30–50	4,0–5,0
Помет бройлеров, содержащихся на подстилке из половы или древесных опилок	30–35	65–70	2,5–4,5
Шрот хлопчатниковый	12–15	85–88	7,0
Ростки солода	12–15	85–88	4,0
Триерные отходы от зерна	–	–	1,5–2,0
Аммиачная селитра	–	–	30,0
Карбамид	–	–	46,0

Примечание. Начинающие специалисты или грибоводы допускают меньшую ошибку, если определяют содержание азота и влаги в грубых исходных материалах по этой таблице, чем при отборе средней пробы для химического анализа. Содержание азота в аммиачной селитре указывается предприятием-изготовителем на упаковке.

Ферментация продолжается 7–14 дней в зависимости от принятой схемы компостирования. Очень часто в своих производственных графиках специалисты указывают время, необходимое для предварительной подготовки материалов, со знаком "минус".

Дозировка азотных добавок. В таблице 3 приведены данные о содержании общего азота в некоторых материалах, используемых для приготовления шампиньонного субстрата. Современные грибоводы уже не знают таких понятий, как "богатый" и "тяжелый" навоз, полученный от лошадей, которых обильно кормили сеном и зерновым фуражом (зерно овса и ячменя), содержащий более 1,6 % общего азота

в расчете на сухое вещество. В настоящее время конский навоз почти во всех странах производится сильносоломистым, т. е. "легким", слабо пропитанным мочой, содержание азота в нем составляет 1–1,2 %. Такой навоз невозможно подвергнуть компостированию прежним методом или с минимальным количеством азотных добавок. Получаемый конский навоз обязательно следует обогащать органическими и неорганическими азотными добавками еще до его компостирования.

Как дефицит общего азота в исходном материале, так и его избыток в смеси исходных материалов могут привести к некоторым нежелательным последствиям. Например, при содержании общего азота 2,5–3 %, преимущественно органического (куриный помет, жмыхи, шроты), компостирование протекает интенсивно и продолжительное время. В буртах повышается температура (выше 75 °С) и непрерывно выделяется аммиак (процесс аммонификации преобладает над процессом синтезирования белковых веществ). В зонах бурта, имеющих высокую температуру, происходит карбонизация углеродсодержащих соединений. Потери сухого вещества увеличиваются и могут превысить 60 %, при этом субстрат сильно уменьшается в объеме.

Если увеличены дозы минеральных азотных добавок, то концентрация водного раствора в массе может повыситься до такой степени, что будет сдерживать развитие микрофлоры и нарушит желаемый микробиологический процесс. В другом случае, особенно если внесено большое количество карбамида, воздух и водный раствор компостируемой массы могут насытиться аммиаком настолько, что вообще прекратится процесс ферментации. В насыщенном аммиаком субстрате температура не превышает 40–50 °С, в результате чего в конце компостирования субстрат приобретает неприятный резкий запах перца, а в шампиньоннице развиваются желто-зеленые плесени. Урожай в этом случае (если он вообще бывает) значительно снижается. Опыт болгарских грибоводов показывает, что к среднесоломистому конскому навозу можно добавить куриный помет вместе с подстилкой в количестве 20 % в расчете на сухое вещество, не ухудшая его структуры. Недостаток общего азота в исходном материале лучше всего компенсируется добавлением карбамида (не более 4 кг/т сухого вещества). В противном случае значительно повышается концентрация аммиака. Высокая концентрация аммиака возле компостного бурта создает антисанитарные условия для людей во время перебивки бурта вручную. Не следует пренебрегать и потерями азота вследствие выделения аммиака в воздух.

Количество общего азота в исходной смеси можно увеличить с 1,5 до 2 % добавлением сульфата аммония или аммиачной селитры. Отмеченный во многих литературных источниках факт, что мицелий шампиньона не усваивает нитратный азот, не должен смущать грибовода. Азотными добавками, вносимыми в начале компостирования, "подкармливается" не шампиньонный мицелий, а микроорганизмы, принимающие участие в процессе компостирования. Многолетний опыт

болгарских грибоводов доказывает, что аммиачная селитра является хорошей минеральной азотной добавкой.

При комбинированном применении аммиачной селитры с быстро расщепляющимся карбамидом потребности микроорганизмов в минеральном азоте, необходимом для их развития, удовлетворяются в течение длительного периода. Для определения количества вносимых в субстрат азотных добавок целесообразно пользоваться готовой таблицей о содержании азота в отдельных материалах (см. табл. 3). Грибовод может также отправить среднюю пробу субстрата в агрохимическую лабораторию и получить результат анализа. Но при использовании грубых материалов все же рекомендуется пользоваться таблицей, так как при отборе средней пробы для анализа часто допускаются серьезные ошибки.

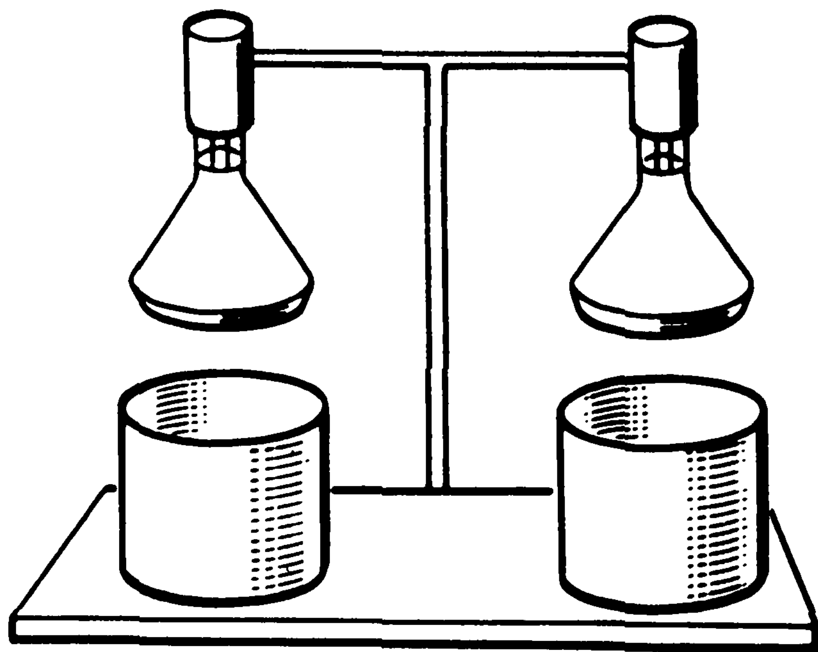
Отбор средней пробы для анализа. Отбор пробы из навоза, особенно сильносоломистого, требует большого внимания. В 5–6 местах навозного бурта отбирают вилами большие количества навоза и на чистой площадке или полимерной пленке укладывают круглой кучей. Эту большую пробу измельчают и хорошо перемешивают вилами и руками, для того чтобы массу выровнять по составу. Затем кучу делят по радиусу на 4 равные части. Берут одну часть (т. е. $^1/_4$) пробы, которую снова укладывают в кучу, манипуляцию повторяют до тех пор, пока не получат среднюю пробу массой около 1 кг. Все это делают быстро, чтобы не изменилась влажность материала. Среднюю пробу кладут в мешочек из полимерной пленки, завязывают его и направляют в лабораторию с сопроводительным письмом, в котором указывают дату, вид материала, откуда он получен и на какие виды анализа направлен. Например, 25.08.1984 г., конский навоз с ипподрома в селе (или городе) ... на анализ влажности и содержания общего азота, в процентах на сухое вещество. Указывается также точный адрес отправителя.

В лаборатории влагосодержание навоза определяют путем высушивания небольшой пробы, полученной также методом разделения средней пробы на четыре части, при температуре 105 °С. Содержание общего азота определяют по методу Кьельдаля. Это более точный метод определения содержания азота в сыром материале, так как в процессе сушки образца теряется то количество азота, которое находится в летучей форме. Несмотря на указанное преимущество, этот метод применяется на практике довольно редко.

Определение содержания влаги под лампами накаливания. Любой грибовод может использовать простой метод определения влажности грубых материалов, разработанный в Голландии на опытной станции по грибоводству (Федер, 1974). В этих целях используют амальгамированную со стороны цоколя электрическую лампу накаливания (250 Вт при напряжении сети 220 В). Подготавливают также жестяную консервную банку диаметром и высотой около 15 см. Лампу монтируют на стойке на расстоянии 5–6 см от верхней грани банки (рис. 18).

Банку предварительно просушивают под лампой (в течение 15 – 20 мин). За это время образец массой 1 кг измельчают, тщательно перемешивают и делением на четыре части доводят образец до 20 г. Высушенную банку взвешивают на весах и записывают ее массу. Затем в банку помещают образец массой 20 г и сушат его под лампой. Сушка продолжается около 3 ч, после чего банку вместе с образцом взвешивают и записывают массу. Сушка продолжается еще 15 мин, и образец снова взвешивают. Если масса не изменяется, то сушку прекращают. Если масса снизилась, то образец сушат еще 15 мин и снова взвешивают и таким образом продолжают сушку до достижения постоянной массы. Из постоянной массы вычитают массу банки и получают массу абсолютно сухого образца. Содер-

Рис. 18. Приспособление для сушки проб субстрата лампами накаливания (по Федеру)



жание воды в образце определяют вычитанием из 20 г массы сухого образца.

Расчет содержания влаги и сухого вещества (в процентах) показан на следующем примере:

Влажный образец – 20 г.

Постоянная масса после сушки – 8 г, т. е. 8 г сухого вещества.

Разница между массой влажного образца и постоянной массой после сушки равна 12 г, т. е. 12 г составляет вода.

$$\text{Содержание сухого вещества} - \frac{8\text{ г} \cdot 100}{20} = 40\ \%.$$

$$\text{Содержание воды} - \frac{12\text{ г} \cdot 100}{20} = 60\ \%.$$

Вывод: в 1 т конского навоза содержится 400 кг сухого вещества и 600 кг воды.

Пример расчета азотных добавок. Грибовод имеет в распоряжении партию среднесоломистого конского навоза, который содержит 50 % воды и 1,2 % общего азота в расчете на сухое вещество. Кроме того, имеется бройлерный помет, содержащий 30 % воды и 2,5 % общего азота, аммиачная селитра (30 % азота) и карбамид (46 % азота).

Исходный материал должен содержать 2 % общего азота.

Задача решается с помощью уравнения.

1. Прежде всего составляется уравнение для определения сухого вещества, которое содержится в 1 т конского навоза:

100 кг конского навоза содержат 40 кг сухого вещества

1000 кг конского навоза – x сухого вещества

$$x = \frac{1000 \cdot 40}{100} = 400 \text{ кг сухого вещества.}$$

Следовательно, в 1 т конского навоза содержится 400 кг сухого вещества.

2. После этого составляют уравнение для определения содержания общего азота в 1 т конского навоза, т. е. в 400 кг сухого вещества:

100 кг сухого конского навоза содержат 1,2 % (кг) азота

400 кг сухого конского навоза – x % (кг) азота

$$x = \frac{400 \cdot 1{,}2}{100} = 4{,}8 \text{ кг азота.}$$

Следовательно, в 1 т конского навоза или в 400 кг сухого вещества, полученного из этого количества, содержится 4,8 кг азота.

3. Для того чтобы рассчитать потребность в азоте и достичь в конском навозе содержания азота 2 % в расчете на сухое вещество, необходимо составить два уравнения:

а) 1,2 % азота – 4,8 кг азота
0,8 % азота – x кг азота

$$x = \frac{0{,}8 \cdot 4{,}8}{1{,}2} = 3{,}2 \text{ кг азота;}$$

б) 1,2 % азота – 4,8 кг азота
2 % азота – x кг азота

$$x = \frac{2 \cdot 4{,}8}{1{,}2} = 8 \text{ кг азота}$$

8 – 4,8 = 3,2 кг азота.

Следовательно, к 1 т конского навоза или к 400 кг сухого вещества, полученного из него, следует добавлять 3,2 кг общего азота. Это количество можно получить, например, из 182,9 кг бройлерного помета, в котором содержится 30 % воды и 2,5 % общего азота:

2,5 кг азота – 100 кг сухого бройлерного помета
3,2 кг азота – x кг сухого бройлерного помета

$$x = \frac{3{,}2 \cdot 100}{2{,}5} = 128 \text{ кг сухого бройлерного помета.}$$

Однако к этим 128 кг сухого бройлерного помета следует прибавить и содержание воды, которое составляет 30 %, а именно:

70 кг сухого бройлерного помета – 100 кг влажного бройлерного помета
128 кг сухого бройлерного помета – x кг влажного бройлерного помета

$$x = \frac{128 \cdot 100}{70} = 182{,}9 \text{ кг влажного бройлерного помета.}$$

Такое количество (24 %) бройлерного помета в смеси с конским мелкосоломистым навозом может ухудшить его структуру. Поэтому лучше было бы немного снизить долю куриного помета, а недостаток азота восполнить минеральными добавками – карбамидом, аммиачной селитрой или комбинацией двух видов минеральных удобрений.

Те же 3,2 кг общего азота можно получить из 6,96 кг карбамида или из 10,67 кг аммиачной селитры согласно следующим уравнениям:

46 кг (%) общего азота – 100 кг карбамида

3,2 кг (%) общего азота – x кг карбамида

$$x = \frac{3{,}2 \cdot 100}{46} = 6{,}96 \text{ кг карбамида}$$

или

30 кг (%) общего азота – 100 кг аммиачной селитры
3,2 кг (%) общего азота – x кг аммиачной селитры

$$x = \frac{3{,}2 \cdot 100}{30} = 10{,}67 \text{ кг аммиачной селитры.}$$

Однако если иметь в виду, что к 1000 кг сухого вещества исходного материала нельзя добавлять более 4 кг карбамида, то ясно, что при использовании свежего конского навоза, который содержит только 400 кг сухого вещества, нельзя получить необходимое количество общего азота. То же самое относится и к аммиачной селитре, так как она сильно повышает концентрацию водного раствора навоза. Грибоводу ничего другого не остается, как применять все три азотные добавки.

Количество бройлерного помета в общей смеси снижается до 20 %:
400 кг сухого конского навоза – 80 %
x кг сухого бройлерного помета – 20 %

$$x = \frac{400 \cdot 20}{80} = 100 \text{ кг сухого бройлерного помета.}$$

Таблица 4. **Вспомогательная таблица для расчета необходимых азотных добавок к конскому навозу, обогащенному бройлерным пометом**

Материал	Масса сырого материала, кг	Состав				
		вода, %	сухое вещество		общий азот в расчете на сухое вещество	
			%	кг	%	кг
Конский навоз среднесоломистый	1000,0	60	40	400,0	1,2	4,80
Бройлерный помет	146,00	30	70	100,0	2,5	2,50
Карбамид	2,00	–	100	2,0	46,0	0,92
Аммиачная селитра	7,00	–	100	7,0	30,0	2,10
Всего	–	–	–	509,9	–	10,32
Содержание общего азота в смеси	–	–	–	–	2,03	–

Таблица 5. **Вспомогательная таблица для расчета необходимых азотных добавок к конскому навозу, обогащенному хлопчатниковым шротом**

Материал	Масса сырого материала, кг	Состав				
		вода, %	сухое вещество		общий азот в расчете на сухое вещество	
			%	кг	%	кг
Конский навоз среднесоломистый	1000	60	40	400,00	1,2	4,80
Хлопчатниковый шрот	25	15	85	21,25	7,0	1,49
Карбамид	2	–	100	2,00	46,0	0,92
Аммиачная селитра	5	–	100	5,00	30,0	1,5
Всего	–	–	–	428,5	–	8,71
Содержание общего азота в смеси	–	–	–	–	2,03	–

Сухое вещество бройлерного помета пересчитывается на массу влажного помета:

100 кг сухого бройлерного помета – 70 %

x кг влажного бройлерного помета – 100 %

$$x = \frac{100 \cdot 100}{70} = 142{,}9 \text{ кг влажного бройлерного помета.}$$

К общей массе сухого вещества, равной 500 кг, предусматривается добавление 2 кг карбамида с содержанием общего азота 0,92 кг, а недостаток общего азота в полученной смеси компенсируется добавлением 7 кг аммиачной селитры (табл. 4).

Таблица 6. **Вспомогательная таблица для расчета необходимых азотных добавок к конскому навозу, обогащенному хлопчатниковым шротом и солодовыми ростками**

Материал	Масса сырого материала, кг	Состав				
		вода, %	сухое вещество		общий азот в расчете на сухое вещество	
			%	кг	%	кг
Конский навоз среднесоломистый	1000	60	40	400,0	1,2	4,80
Хлопчатниковый шрот	20	15	85	17,0	7,0	1,19
Солодовые ростки	10	15	85	8,5	4,0	0,34
Карбамид	1	–	100	1,0	46,0	0,46
Аммиачная селитра	7	–	100	7,0	30,0	2,10
Всего	–	–	–	433,5	–	8,89
Содержание общего азота в смеси	–	–	–	–	2,05	–

Такой же результат можно получить, если использовать хлопчатниковый шрот и солодовые ростки. В таблице 5 приведен рецепт субстрата с добавлением хлопчатникового шрота, карбамида и аммиачной селитры, а в таблице 6 – хлопчатникового шрота, солодовых ростков, карбамида и аммиачной селитры. Разумеется, возможны и другие комбинации. Выбор комбинации зависит в первую очередь от технологического фактора, т. е. от цели – получить высококачественный субстрат, и во вторую очередь – от экономического фактора. Если такой же урожай с единицы площади субстрата можно получить с помощью более дешевых добавок, то им следует отдать предпочтение.

ПЕРВАЯ ФАЗА КОМПОСТИРОВАНИЯ

Компостирование чаще всего подразделяют на две фазы – первую и вторую. Первую фазу компостирования проводят на открытых бетонных площадках, в полузакрытых или закрытых ангарах, а вторую – в специальных термических камерах.

День, когда из уложенного тонким слоем материала формируют бурт субстрата, считают нулевым, а саму укладку бурта называют формированием бурта.

Размеры буртов определяют исходя из того, чтобы приток свежего воздуха имел доступ во все их части. Ширина бурта компостируемой массы зависит от структуры исходного материала и может варьировать от 1,6 до 2,5, а высота – от 1,5 до 2 м. Параметры бурта зависят также от типа применяемой перебивочной машины. Чаще всего делают бурты шириной 1,6–1,8 м и высотой 1,6–1,8 м.

Боковые стенки бурта делают вертикальными и плотными, внутреннюю часть – рыхлой, а поверхность – горизонтальной. Только в бурте правильной формы можно получить максимально однородный субстрат. Эти требования лучше всего соблюдаются при перебивках буртов вручную. Однако некоторые современные типы перебивочных машин оснащены приспособлением, с помощью которого стенки бурта уплотняются. Сила давления регулируется в зависимости от структуры и влажности компостируемой массы.

Длина бурта зависит от количества материала и от степени механизации при его перебивках – каждую перебивку следует заканчивать в течение рабочего дня. Перебивки проводят для улучшения аэрации, дополнительного увлажнения или внесения минеральных удобрений, а также гомогенизации компостируемой массы. В периоды между перебивками свежий воздух поступает в бурты благодаря конвекции, так называемому трубному эффекту. Нагретый и богатый CO_2 воздух в навозном бурте стремится улетучиться вверх, а на его место поступает более холодный и свежий воздух, главным образом с боковых сторон

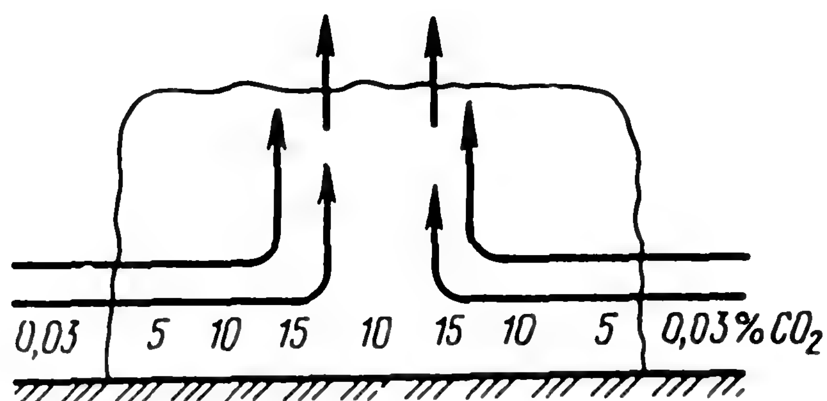


Рис. 19. Эффект дымовой трубы в бурте (по Федеру)

у основания бурта (рис. 19). Поэтому более качественный субстрат получают в более холодное время года, когда разница температуры внутри бурта и наружного воздуха более значительна и вентиляция в бурте протекает интенсивнее.

В странах с жарким климатом, а также в летний период в странах с континентальным климатом не создается достаточно сильного трубного эффекта в буртах и поэтому образуются анаэробные ядра. Разумеется, и сильные морозы подавляют ферментацию, так как при усиленном газообмене охлаждаются внутренние зоны бурта, а внешние зоны могут и замерзать.

Для сохранения хорошего трубного эффекта в бурте его ширину уменьшают при каждой перебивке. Однако некоторые перебивочные машины имеют нерегулируемую (фиксированную) ширину, например



Рис. 20. Система машин для формирования компостного бурта:

слева направо — фронтальный тракторный погрузчик; приемный бункер; перебивочная машина; в глубине — подготовленная смесь из исходных материалов для ферментации (г. Скерневице, ПНР)

1,8 м. При работе с такими машинами рассчитывают главным образом на то, что с развитием ферментации часть материалов сгорает и уменьшается высота бурта, а отсюда снижается и прессующий эффект (давление массы) на нижние слои. Не рекомендуется ставить какие бы то ни было решетки или делать в бурте вертикальные отдушины, потому что они осложняют механическую перебивку и ухудшают однородность материала.

В крупных шампиньонных комплексах и предприятиях по производству субстрата основные операции полностью механизированы. Исходные материалы с площадки после смешивания и увлажнения подают в приемный бункер фронтальным тракторным погрузчиком. В некоторых случаях сначала формируют бурт и сразу после этого проводят его перебивку. Самые современные перебивочные машины спереди оснащены приемными бункерами, которые загружаются тракторным погрузчиком (рис. 20).

Повышение температуры компостируемой массы – основной показатель динамики процесса ферментации. Контроль за температурой в бурте удобнее осуществлять с помощью дистанционных термометров или термометров с металлическим корпусом длиной до 80 см, снабженных шкалой отсчета (рис. 21). Если нет таких термометров, то лучше всего использовать лабораторные, ртутные (для сушильных шкафов) и спиртовые термометры со шкалой до 110 °С. Так как стеклянные термометры при погружении внутрь бурта легко ломаются, то предварительно в бурте металлическим или деревянным прутом делают отверстия. Грибовод должен иметь в своем распоряжении несколько термометров. Он может их постоянно держать в бурте в различных местах: с боков, в середине и сверху примерно на глубине 50–60 см. Если температуру определяют одним термометром, то при каждом его погружении в бурт приходится ждать 5–10 мин, пока можно будет снять показания.

Если применяют максимальный термометр, то, перед тем как поставить в бурт, его следует стряхнуть.

Атакованный "изнутри" микробиологической ферментацией компостный бурт подвержен влиянию и факторов внешней среды – низкой или высокой температуре, ветру или дождю. Поэтому в отдельных его частях создаются различные физические условия, и отсюда по-разному протекают микробиологические процессы.

Зональность в компостном бурте. Если через несколько дней после формирования бурта (и после начала ферментации) сделать его поперечный разрез, то отчетливо будут видны обозначившиеся зоны. Явлению "зональности" в компостном бурте первым дал объяснение американский ученый Ламберт (Lambert and Davis, 1934).

Наружный слой по периферии бурта, особенно по его бокам, обычно бывает сухим, и в нем не создаются условия для развития микроорганизмов. По этой причине данная зона остается холодной. Непосредствен-

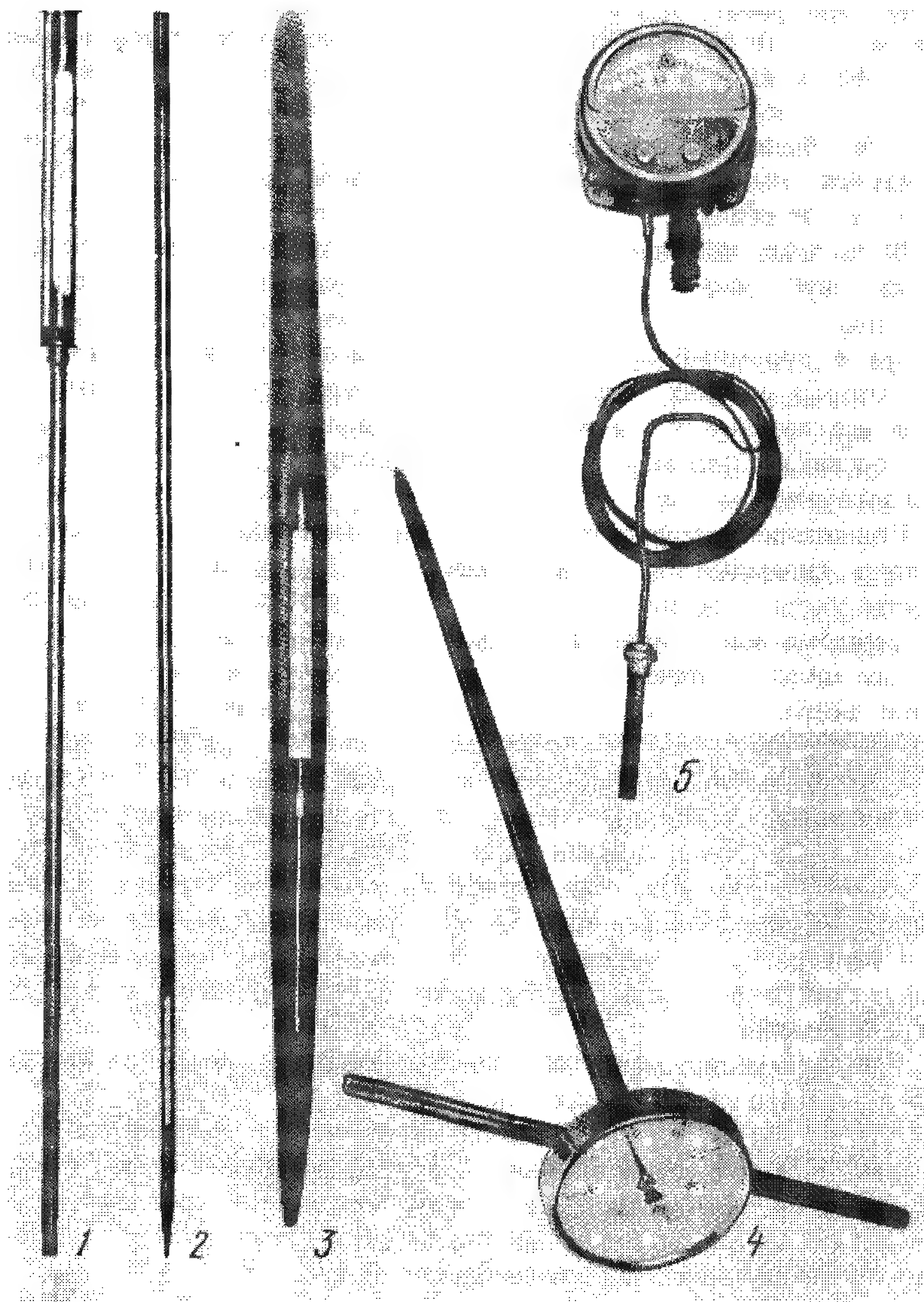


Рис. 21. Термометры для контроля температуры в буртах (можно использовать и в термических камерах) :

1 — ртутный в металлическом корпусе; *2* — лабораторный ртутный, вмонтированный в латунную трубку; *3* — ртутный для сушилок, вмонтированный в деревянный стержень; *4* и *5* — биметаллические

но за наружным слоем создаются наиболее благоприятные условия для развития термофильных актиномицетов. Из-за сильной аэрации ферментация в этой зоне протекает быстро и материал почти "выгорает". Образуется сухой (влажность менее 50%), сильно побелевший слой, который называют "выгоревшей" зоной бурта. Такой материал становится "перекомпостированным" и бедным по содержанию питательных веществ.

В отличие от первых двух очень хорошо аэрированных зон, у основания штабеля после его формирования доступ воздуха обычно бывает недостаточен, а влажность высокая (выше 70%). В этих условиях протекают процессы, близкие к маслянокислому брожению. Температура здесь не превышает 40–45 °С; образуется так называемое ядро (анаэробное ядро) с кислым запахом свиного навоза и с повышенным pH (от 8,5 до 9). Масса в нем имеет желтовато-зеленую окраску, и по составу она непригодна для выращивания шампиньона.

В середине, т. е. в центре компостного бурта, обычно создаются самые благоприятные условия для ферментации. В этой зоне имеется достаточное количество воздуха, оптимальная влажность, температура быстро повышается до 55–65 °С. Именно здесь размножаются термофильные микроорганизмы. Это так называемая коричневая компостная зона – "зона белого горения". Еще Ламберт (1934) установил, что если процесс компостирования в конском навозе протекает в таких условиях, то его можно сократить даже до 7 дней. В более широких буртах и при продолжительном компостировании отчетливо различали еще две компостные зоны – зоны перегрева, расположенные в верхних углах на разрезе бурта по его длине. В этих зонах температура часто достигает 72–82 °С. Так как повышение температуры в компостном бурте до 70 °С и выше является следствием химической реакции и может привести к карбонизации углеводов, то многие специалисты считают, что такая температура нежелательна (рис. 22).

Однако высокая температура в течение первой фазы компостирования играет решающую роль в уничтожении ряда вредных для шампиньонов микроорганизмов, насекомых и нематод. Наши наблюдения свидетельствуют, что самый качественный субстрат получают из такого исходного материала, в котором в течение первых 7–10 дней первой фазы компостирования температура достигала выше 72 °С.

Через несколько дней после формирования компостного бурта условия в нем изменяются. Материал становится мягче, оседает, т. е. бурт становится приблизительно на 50 см ниже, в результате этого увеличивается плотность массы и снижается доступ кислорода в центр бурта (см. рис. 22). Из-за испарения воды в процессе ферментации снижается также влажность материала. В результате этого ухудшаются условия ферментации и возникает необходимость перебивки бурта.

Перебивки компостного бурта. В идеальном случае перебивки бурта проводят следующим способом: материал различных зон разрых-

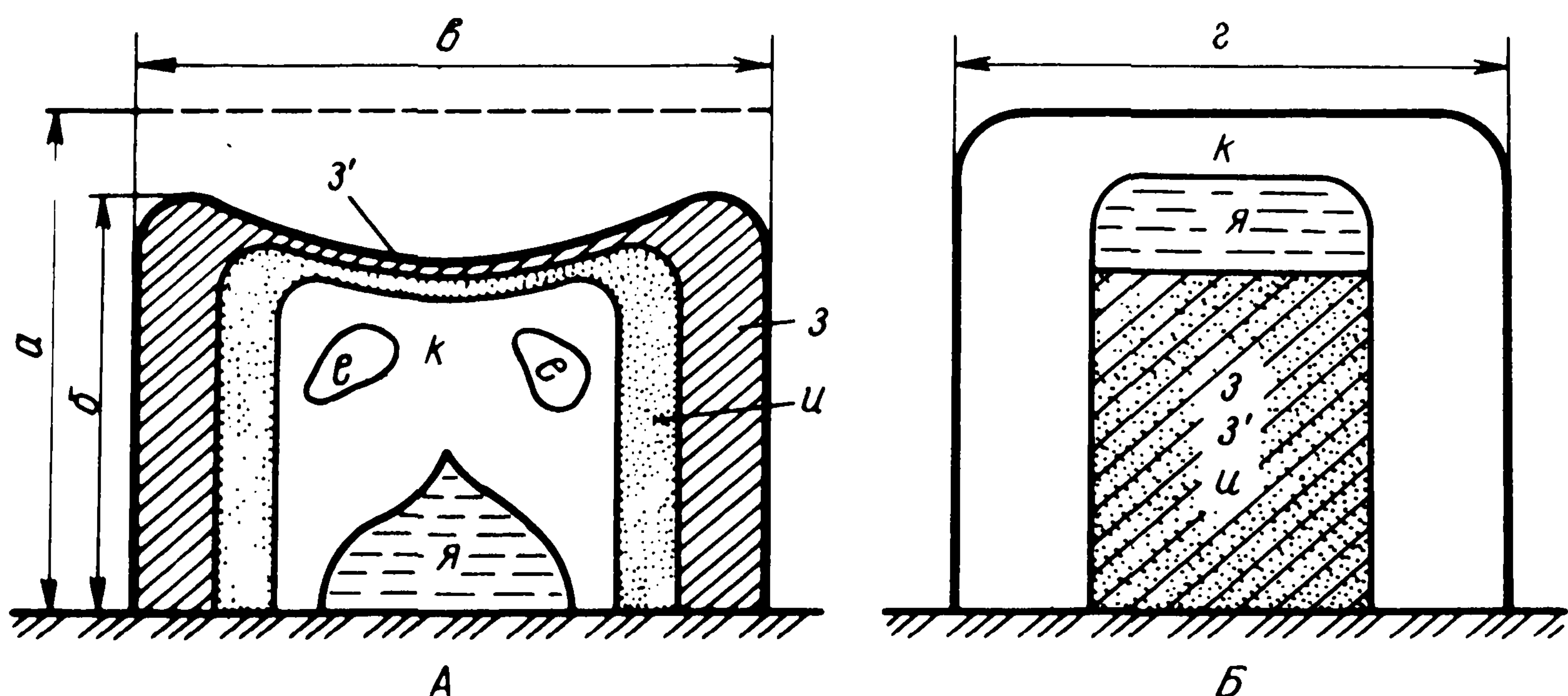


Рис. 22. Зональность в компостном бурте:

А — поперечный разрез старого бурта; *Б* — поперечный разрез нового бурта, в котором зоны старого бурта размещены соответствующим образом: *з* — сухая и холодная зона; *з'* — холодная и иногда мокрая зона; *и* — выгоревшая (побелевшая) зона; *к* — коричневая (наиболее благоприятная) зона; *я* — анаэробное (с запахом) ядро; *е* — выгоревшая зона (зона химических процессов); *а* — высота бурта непосредственно после его формирования; *б* — высота бурта перед очередной его перебивкой; *в* — ширина старого бурта; *г* — ширина нового бурта (немного меньше ширины старого бурта)

ляют и хорошо проветривают для получения оптимальной его влажности (около 70 %), добавляют воду, а также вносят соответствующие минеральные добавки и снова формируют бурт; при этом зоны бурта размещают так: боковые части бурта делают из материала, который находился в коричневой зоне ("зоне белого горения"), сухие и перегоревшие зоны старого бурта укладывают в основание нового бурта, а анаэробное "ядро" помещают в наиболее благоприятную зону, т. е. в центр нового бурта, и завершают бурт материалом из старой коричневой зоны (см. рис. 22). Новый бурт формируют на 10—20 см у́же старого для улучшения воздушного режима в нем.

В настоящее время такой "идеальной" перебивки компостного бурта можно добиться только вручную. Почти все известные перебивочные машины смешивают материал прежде всего в вертикальном и частично — в горизонтальном направлениях. В некоторых машинах регулируется ширина формирующих щитов, что позволяет устанавливать ширину нового бурта.

Продолжительность первой фазы компостирования и ритм компостирования зависят от условий производства и используемой технологии. Если грибовод не проводит термическую обработку субстрата, компостирование не подразделяется на две фазы и продолжается до тех пор, пока субстрат не освободится полностью от аммиака, т. е. до получения неактивного субстрата. В этом случае период компостирова-

ния продолжается в среднем 16—22 дня. При этом проводится 3—4 или 5 перебивок.

Неактивный субстрат, который получают в основном из качественного конского навоза, применяют и в некоторых современных шампиньонницах. В настоящее время чаще используют полуактивный субстрат, полученный в первой фазе компостирования (который подвергается дополнительной микробиологической ферментации) или во второй фазе компостирования в специальных термических камерах. Например, цифровая схема –7, –5, –3, 0, 6, 10, 13 представляет конкретный ритм компостирования. Она означает, что смешивание и увлажнение массы продолжаются 7 дней, 2 раза масса перемешивается (на 3-й и 5-й день); первая фаза компостирования составляет 14 дней, включая нулевой день; проводится 2 перебивки (на 6-й и 10-й день). При этом получают активный субстрат, т. е. сырой, который необходимо будет подвергнуть термической обработке.

В ритме компостирования можно не отмечать дни с минусом. Например, цифровая схема 0—6—10—13—16(17) означает, что предусматривается производство неактивного субстрата: период компостирования составляет 17—18 дней (включая день доставки), проводится 3 перебивки.

В условиях крупного производства шампиньонов процесс компостирования полностью механизирован. При компостировании с помощью машин нельзя использовать преимущества перебивки вручную, и в особенности смешивания компостных зон. Если такой субстрат не подвергается дополнительной перебивке вручную, то его нельзя использовать в примитивных шампиньонницах.

Технологии компостирования подразделяются на 2 группы в зависимости от продолжительности первой фазы. 1-я группа включает технологии для производства неактивного субстрата, который подвергают непродолжительной термической обработке; 2-я группа включает и технологии для производства активного субстрата, который подвергается сравнительно продолжительной термической обработке в контролируемых условиях.

Эти две группы представляют две типичные технологии: технологию приготовления 16-дневного субстрата, которую разработал датский миколог Расмуссен, и технологию приготовления 7—9-дневного субстрата Синдена и Хаузера. Обе технологии требуют соблюдения определенных условий (Расмуссен, 1963; Синден и Хаузер, 1954). Эти технологии разработаны при использовании высококачественного конского навоза. У грибоводов часто появляются причины, из-за которых они не в состоянии выполнить условия, перечисленные авторами, поэтому вынуждены отклониться от предписаний. Поэтому они не могут использовать преимуществ этих технологий. В широкой практике при использовании заменителей конского навоза чаще всего применяют технологию, включающую первую фазу компостирования – от 11 до 14 дней

и последующую сравнительно продолжительную термическую обработку – от 7 до 14 дней.

В течение первой фазы компостирования в бурт можно вносить воду и органические или минеральные добавки.

Классическая добавка в субстрат при первой перебивке после формирования бурта – карбонат кальция (известняк). Он необходим как в процессе микробиологической ферментации, так и в период прорастания мицелия в субстрате. Кальций принимает участие в образовании буферных веществ, регулирующих оптимальную химическую реакцию в субстрате. Это особенно важно, если в исходный материал в качестве азотной добавки вносят сульфат аммония. Кальций нейтрализует кислотный остаток (анион сульфата). На 1 т сырого исходного материала добавляют около 20 кг карбоната кальция, или около 40 кг на 1 т сухого вещества. Если для приготовления субстрата используют высушенный конский навоз, в который добавлен гипс (сульфат кальция), то карбонат кальция не вносят. Известны рецепты приготовления субстрата без добавления карбоната кальция; вместо него используют сульфат кальция (гипс). В рецептах производства классического субстрата из конского навоза предусматривается добавление в конце компостирования, т. е. при последней перебивке, около 7 кг гранулированного двойного суперфосфата или 15 кг простого порошковидного суперфосфата в расчете на 1 т сырого исходного материала. Суперфосфат как фосфорно-кальциевая добавка способствует нейтрализации щелочной реакции субстрата, которая происходит под влиянием свободного аммиака. Кроме того, микроорганизмы получают необходимый для их жизнедеятельности фосфор. Если готовят синтетический субстрат с добавлением большого количества грубых целлюлозных материалов и минеральных азотных веществ, то суперфосфат вносят раньше, например во время второй перебивки. Однако, если к исходному материалу добавляют куриный помет, особенно в количестве 20 % и более в расчете на сухое вещество, можно уже не вносить фосфорные добавки, поскольку в курином помете содержится достаточное количество фосфора. При добавлении суперфосфата следует строго соблюдать дозирование, потому что излишек фосфора в питательном субстрате подавляет развитие мицелия.

Предостережение! Порошкообразный суперфосфат разъедает кожу и слизистую оболочку дыхательных путей человека. При компостировании вручную и работе с порошкообразным суперфосфатом необходимо соблюдать правила техники безопасности: рабочая одежда, очки, противопыльная маска из пористого материала для защиты дыхательных путей. В ветреную погоду нельзя разбрасывать суперфосфат против ветра.

Известно много рецептов приготовления шампиньонного субстрата без тех или иных минеральных добавок или вообще без них, но нет рецепта, в котором не предусматривалось бы внесение сульфата каль-

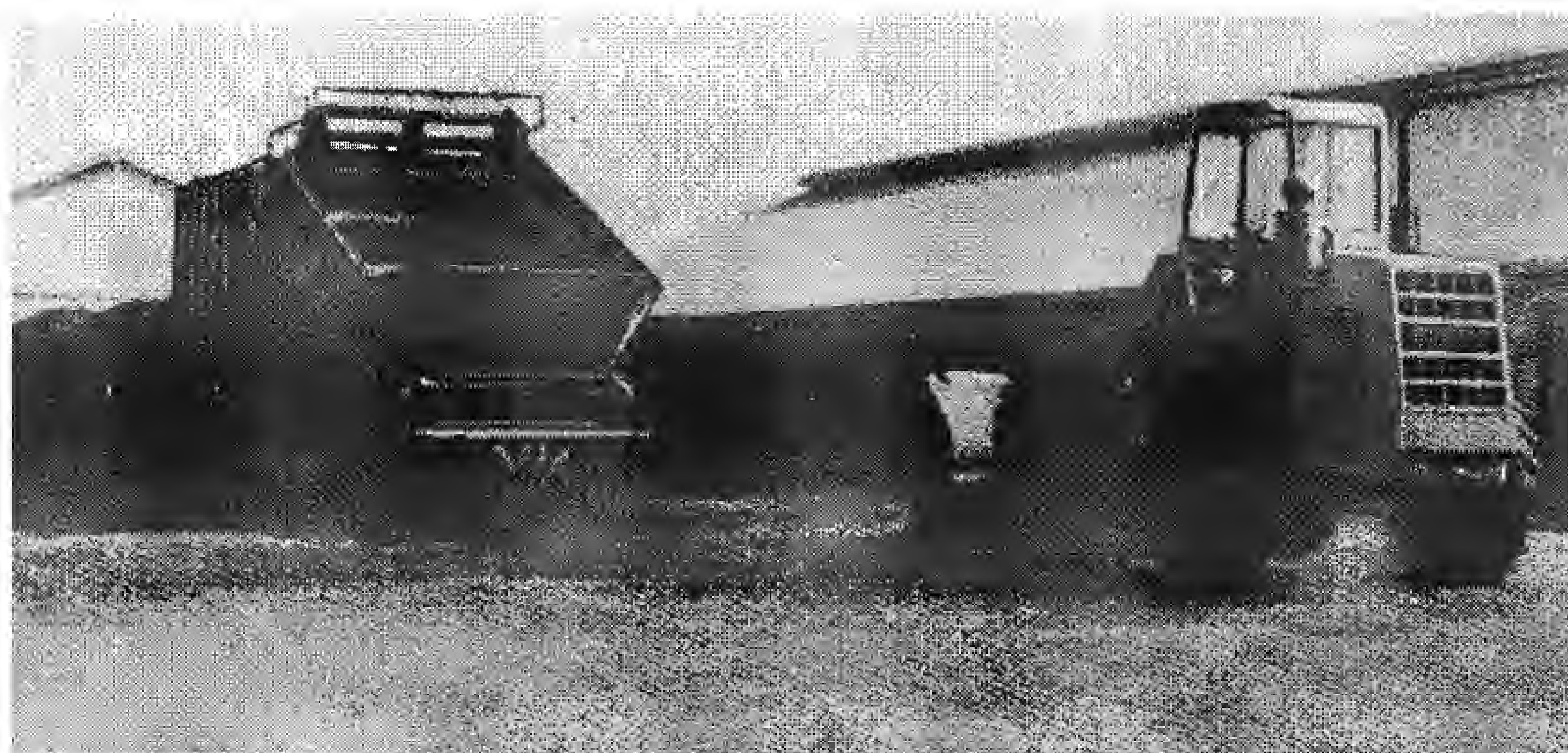


Рис. 23. Несамоходная машина (США). Загружается фронтальным тракторным погрузчиком, который периодически передвигает ее вперед

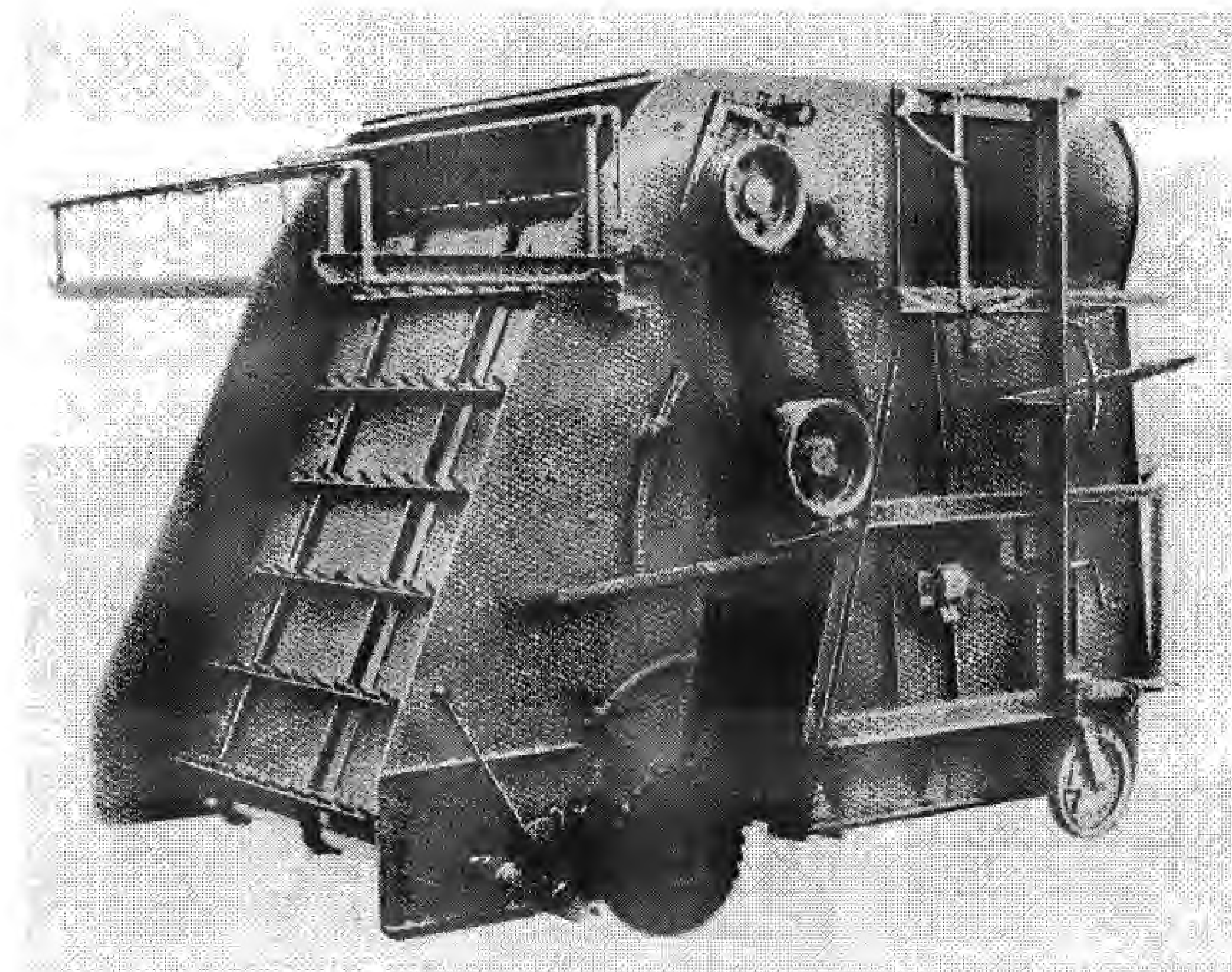


Рис. 24. Самоходная перебивочная машина с планчатым транспортером (по Энгелеру)

ция – гипса. Обычно гипс добавляют в конце компостирования и этим достигают несколько целей. Прежде всего он обладает свойством связывать компостные коллоиды, благодаря которым создается более рыхлая структура материала, улучшается аэрация и повышается его водоудерживающая способность. Кроме того, гипс позволяет избежать получения "клейкого" субстрата и быстрее нейтрализовать сильнощелочную реакцию "зеленого", т. е. несозревшего, субстрата. Как соединение кальция, гипс может заменить известняк, но известняк не может заменить гипс. Благодаря перечисленным качествам гипс играет решающую роль в сокращении периода компостирования, уменьшении потерь сухого вещества и повышении урожая шампиньона. Гипс добавляют чаще всего в начале первой фазы компостирования – при первой перебивке или даже в день формирования первого бурта.

Замещение известняка имеет и другую практическую цель – уменьшить общее содержание кальция в субстрате, чтобы можно "истощенный" субстрат использовать для удобрения большинства сельскохозяйственных культур. Известно, что многие цветочные и овощные культуры не переносят известковых почв.

При добавлении всех минеральных добавок следует обязательно соблюдать правило: равномерно смешивать добавки с массой субстрата.

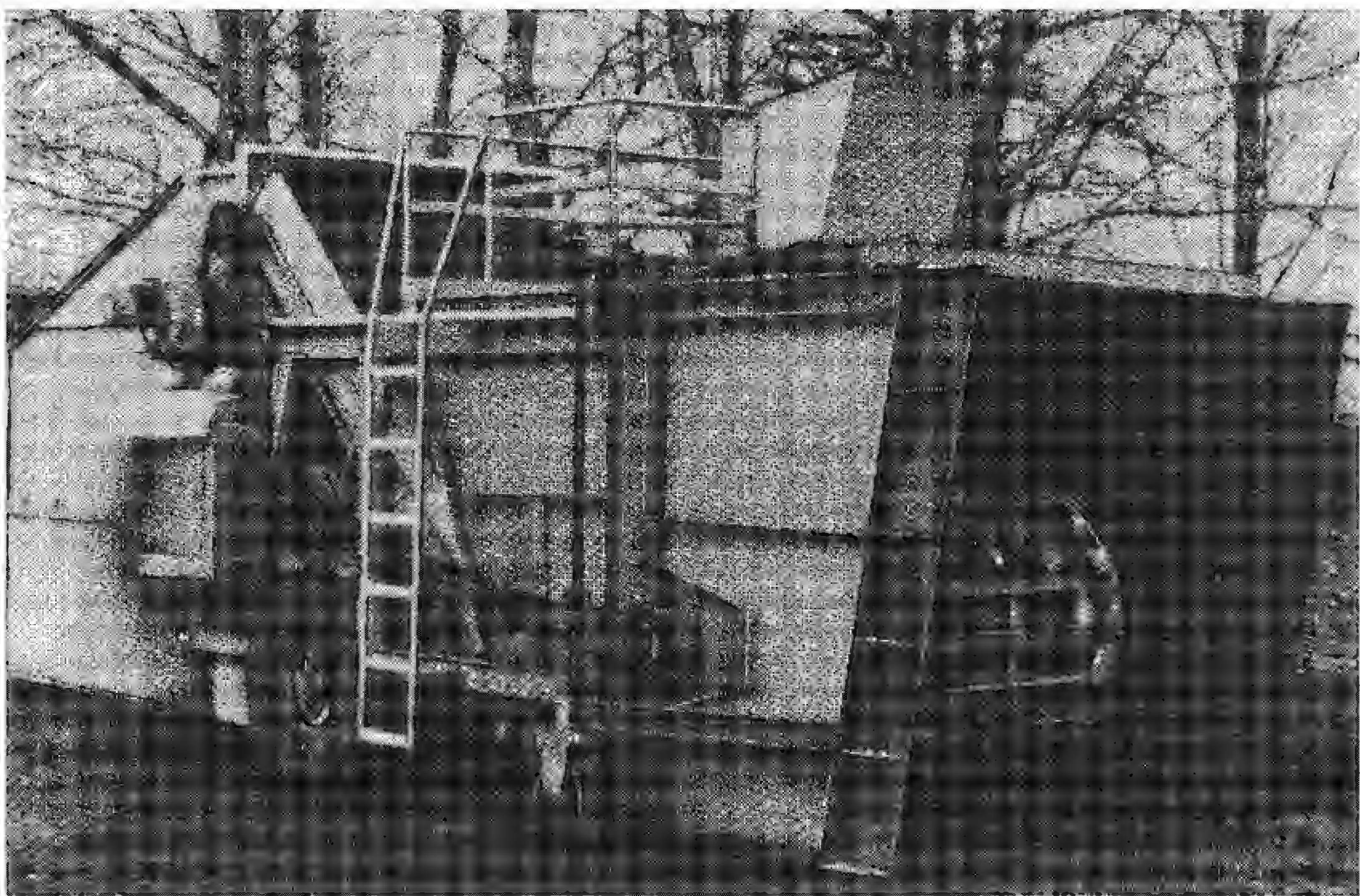


Рис. 25. Самоходная перебивочная машина с барабаном и транспортером, который подает субстрат на высоко расположенный сзади измельчающий битер (по Тилоту)

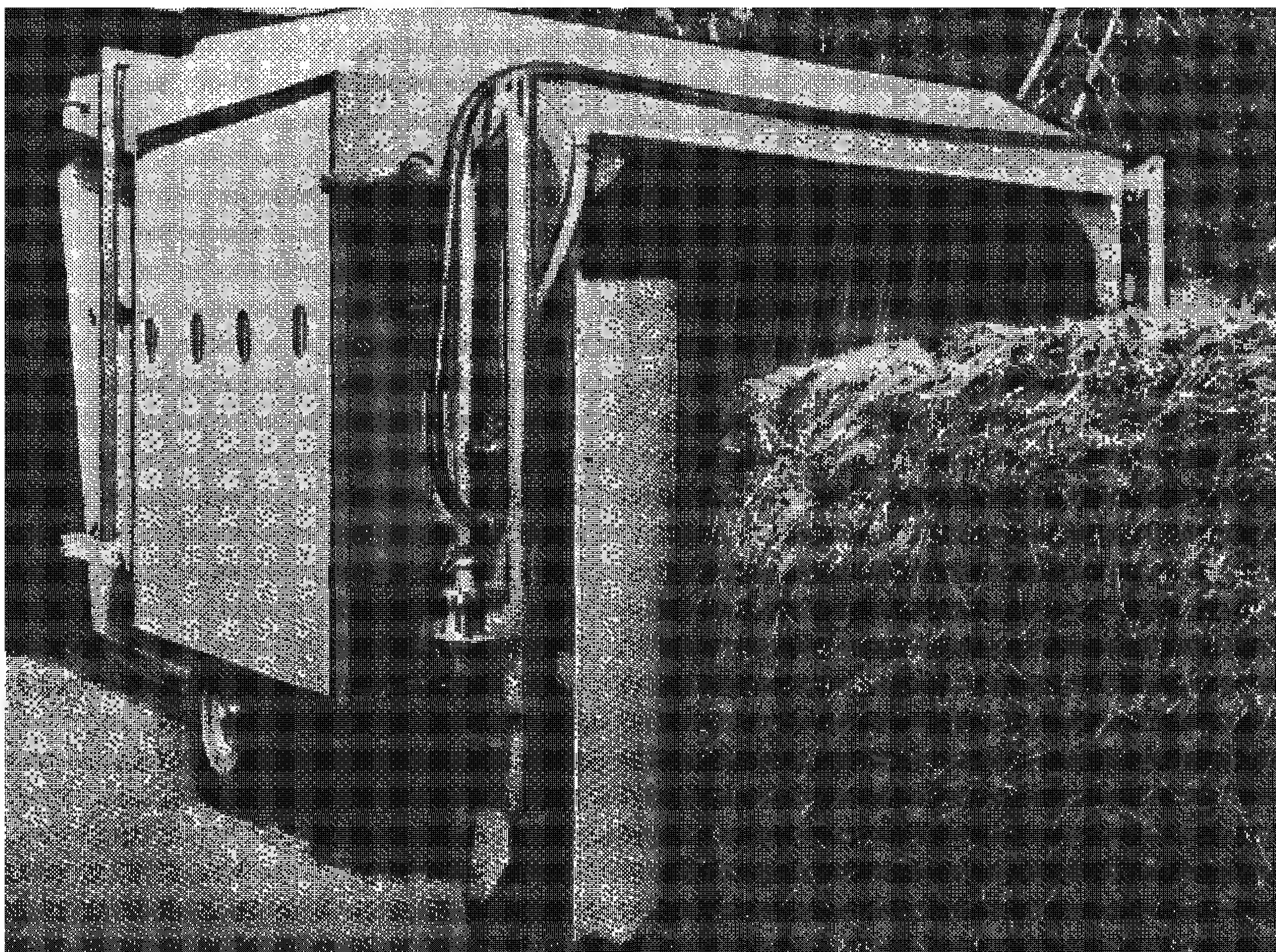


Рис. 26. Перебивочная машина с фронтальным барабаном без промежуточного транспортера (по Куку)

Механизация процессов при компостировании. Машины для перебивки субстрата по своему устройству в принципе похожи друг на друга. В современных машинах в передней части имеется механизм для самозагрузки в виде ленточного транспортера с зубьями или большого зубчатого барабана, а также скреперного устройства для перемещения массы нижнего тонкого слоя старого бурта. Некоторые машины более старых моделей оснащены экскаватором, расположенным в передней части, или загружаются с помощью передвижного транспортера; многие из перебивочных машин оснащены ленточным транспортером, который принимает материал и подает его в перемешивающий механизм; другие снабжены более простым устройством – принимающим барабаном, который перебрасывает материал к системе битеров и после перемешивания масса подается в формирующий бункер. Все машины оснащены системой для увлажнения массы субстрата.

Несмотря на то что большинство машин сильно измельчают субстрат и ухудшают его структуру, а также не обеспечивают хорошего перемешивания зон бурта, они имеют свои преимущества. Прежде всего при их использовании человек освобождается от наиболее тяжелой и грязной работы – компостирования. Кроме того, повышается произво-

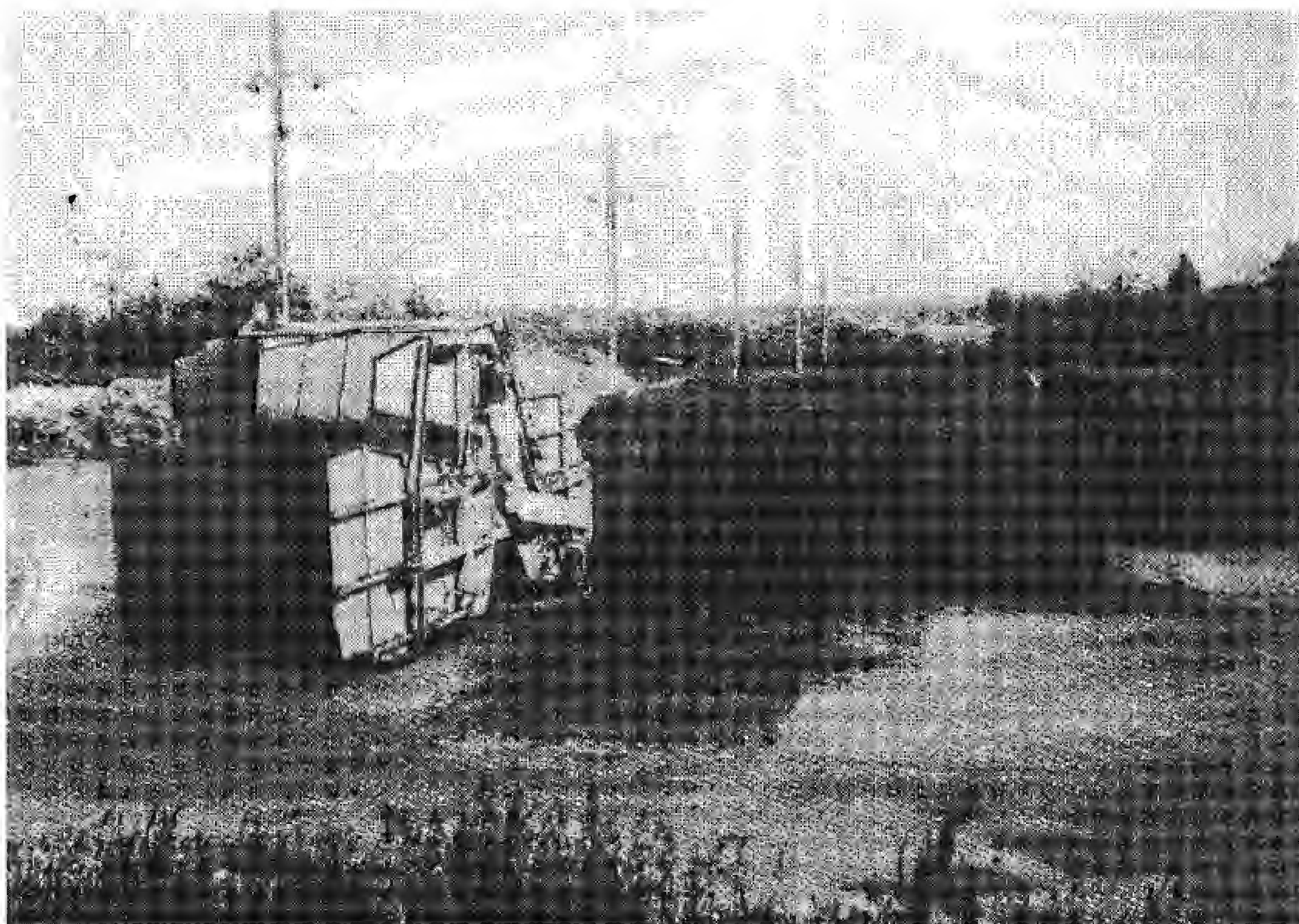


Рис. 27. Открытая площадка для компостирования (г. Таргон, Франция)

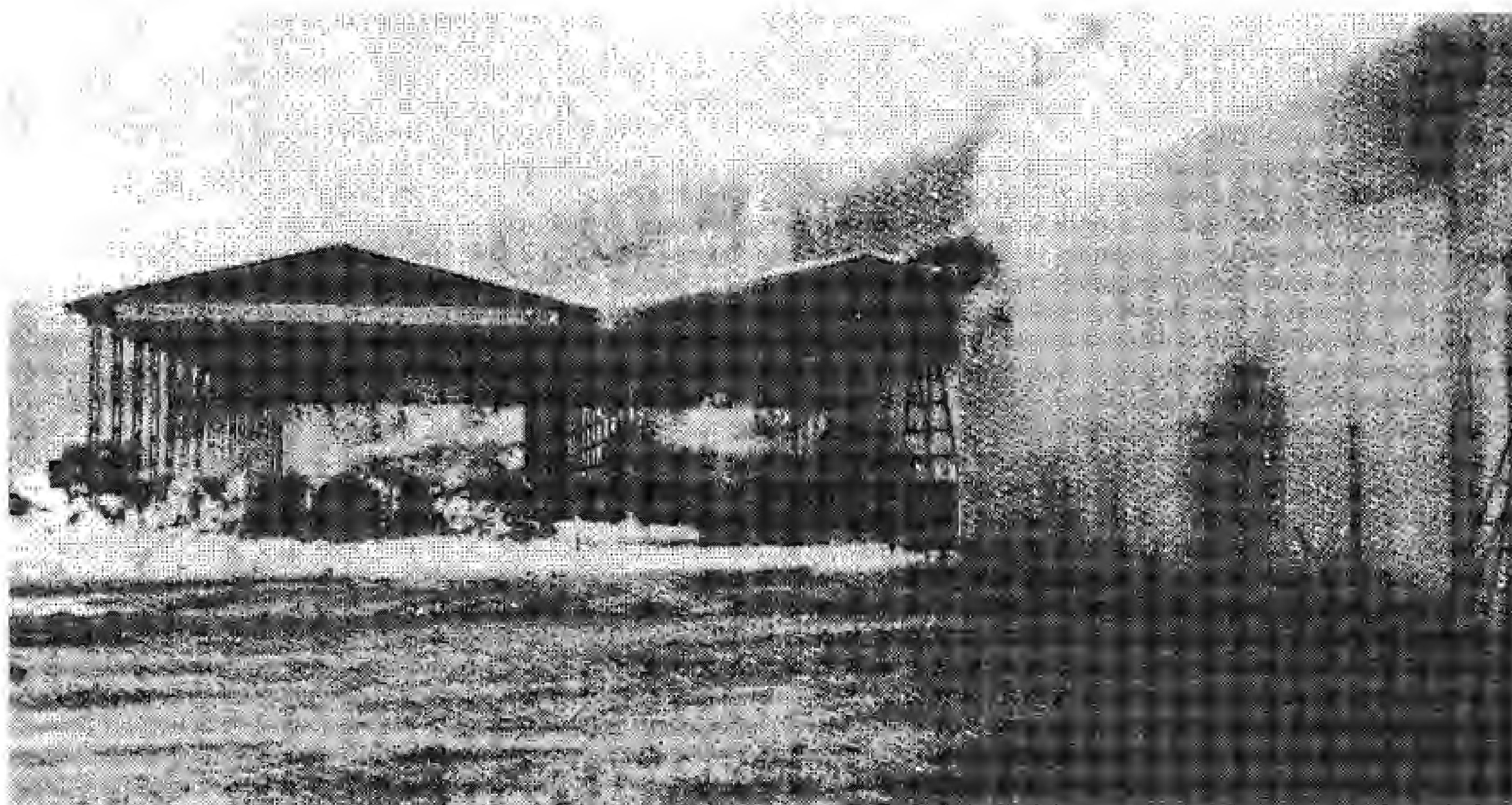


Рис. 28. Крытая площадка для компостирования в с. Красен Русенского округа. *Справа* — термические камеры

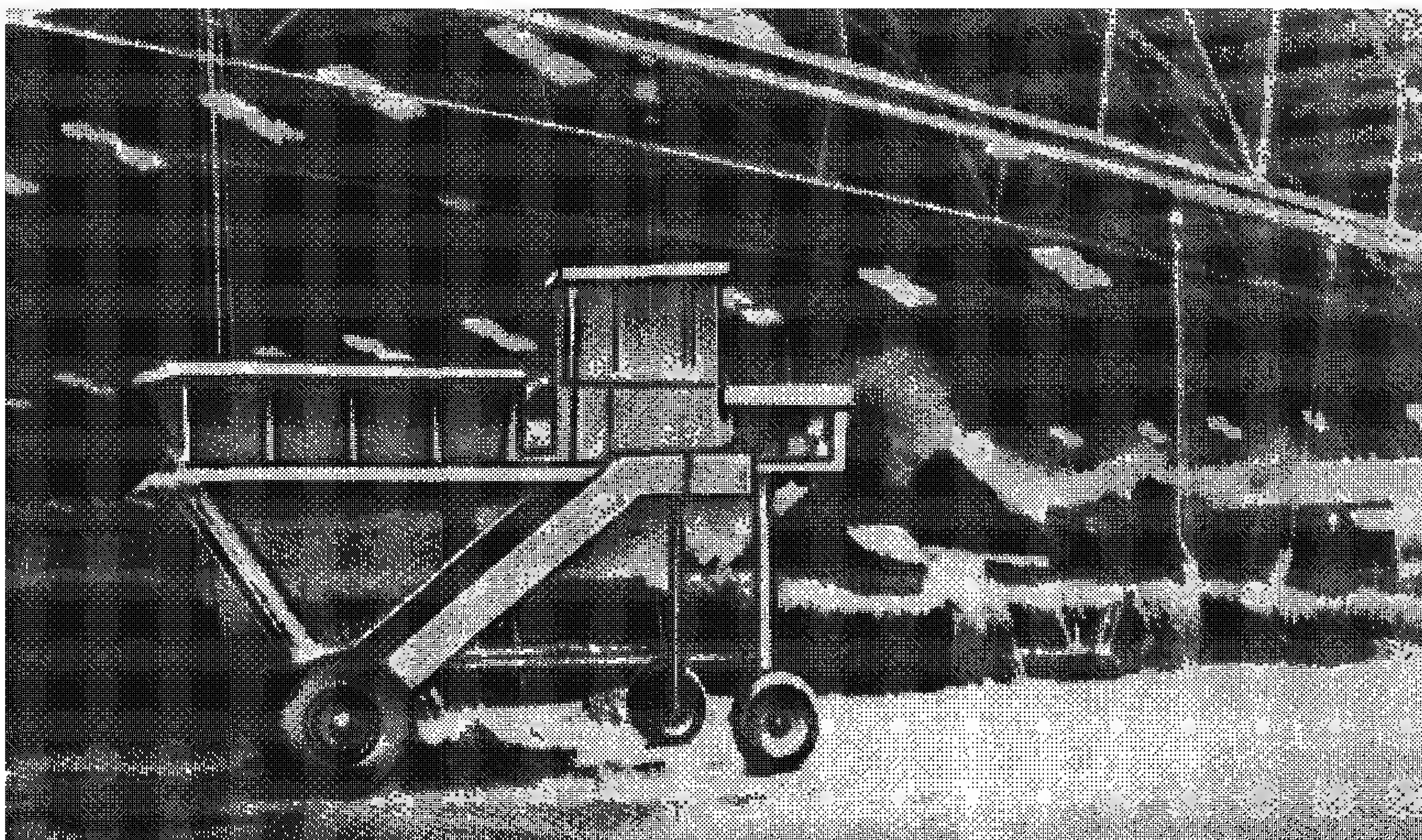


Рис. 29. Высококлиренсное шасси для внесения минеральных добавок на поверхность компостных буртов (Голландия)

дительность труда (200–240 т субстрата в час). Машины заменяют сотни людей; их рабочую скорость можно регулировать – она зависит прежде всего от количества добавляемой при перебивке воды, а также и от качества субстрата – тяжелый субстрат перебивается медленнее, а легкий – быстрее. Кроме того, перебивочные машины используются и для транспортировки субстрата (рис. 23–28).

На предприятиях, где обрабатывают одновременно сотни и даже тысячи тонн субстрата, применяются и другие виды машин: самоходная машина для формирования компостного бурта, фронтальный тракторный погрузчик, высококлиренсное шасси с бункером, различные транспортерные ленты и другие (рис. 29).

Грибовод не имеет возможности использовать высокопроизводительные машины для компостирования – фронтальный тракторный погрузчик, перебивочные машины, тракторы с высоким клиренсом и другие, но он может использовать небольшие машины простого устройства, которые облегчают тяжелый физический труд. Можно использовать небольшую машину для перебивки субстрата (рис. 30) или машину с транспортером, которая перемешивает, увлажняет и переносит массу субстрата из старого бурта в новый (рис. 31).

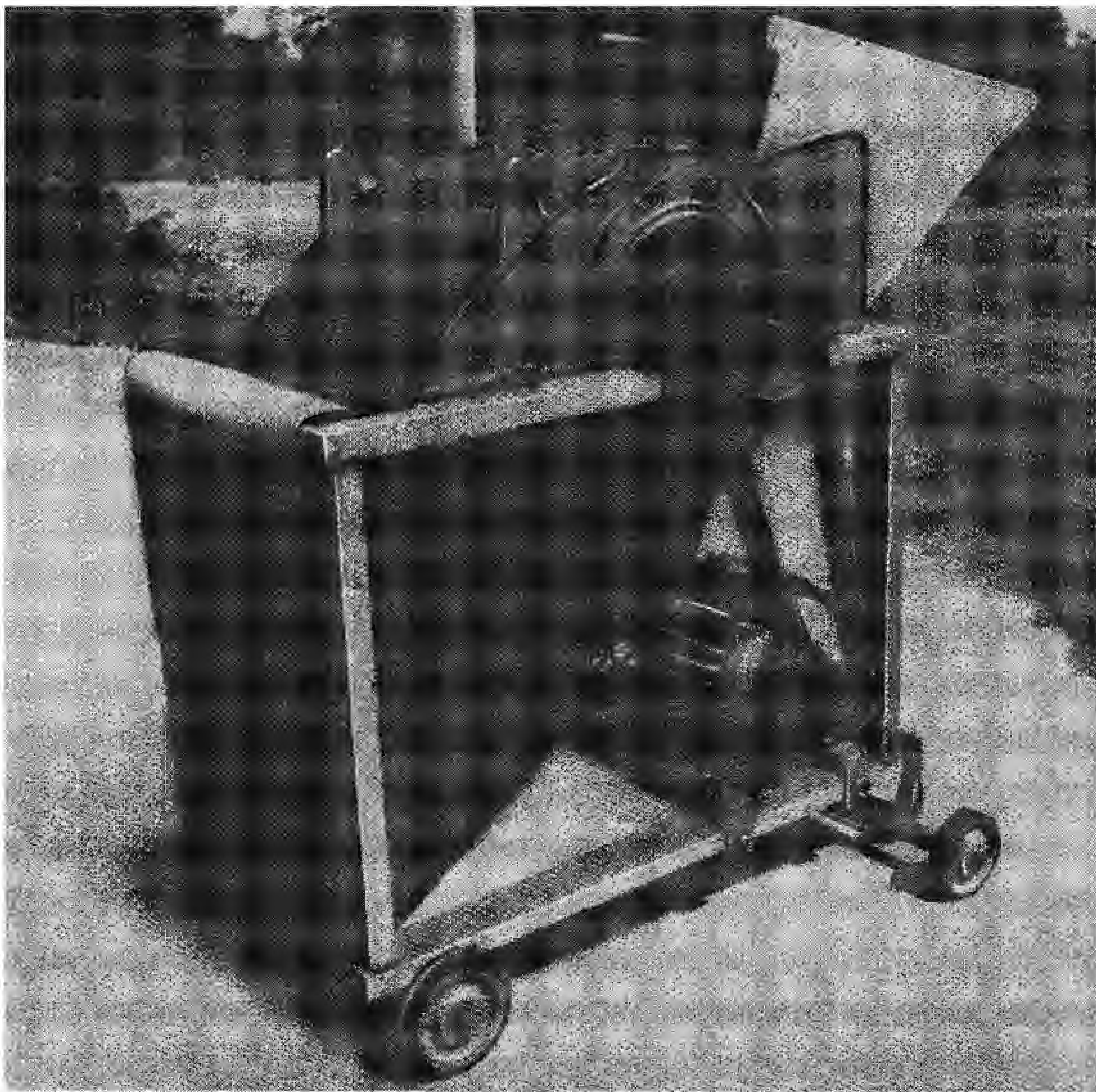


Рис. 30. Машина с барабаном для перебивки субстрата

ВТОРАЯ ФАЗА КОМПОСТИРОВАНИЯ

Понятие "вторая фаза компостирования" было введено Синденом и Хаузером, которые разработали короткий способ компостирования, и оно означает завершение процесса компостирования в контролируемых условиях (Синден и Хаузер, 1950, 1954). В современном грибоводстве вторая фаза компостирования уже применялась при всех методах компостирования и по своему содержанию соответствует термической или тепловой обработке субстрата в контролируемых условиях.

Метод термической обработки субстрата в контролируемых условиях является одним из достижений научно-технического прогресса в

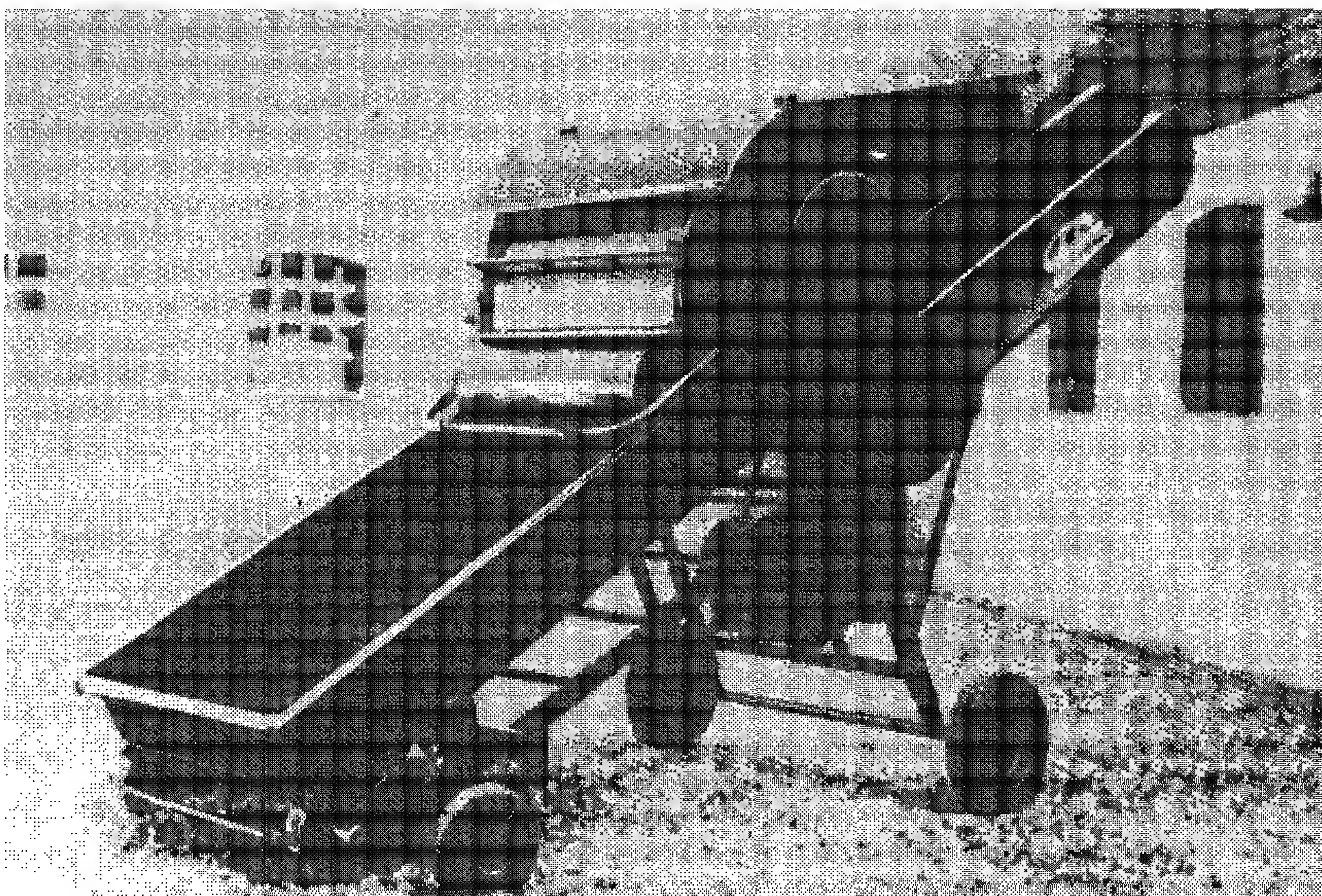


Рис. 31. Ленточный транспортер для перебивки субстрата при ручной загрузке (по Текла)

грибоводстве. Термическая обработка субстрата – основной технологический процесс, который характеризует производство шампиньонов.

Классические методы. Классические методы проведения второй фазы компостирования предусматривают загрузку субстрата тонкими (20–30 см) слоями на стеллажи или в ящики, т. е. из расчета не более 100 кг субстрата на 1 $м^2$. В зависимости от системы производства термическую обработку можно проводить непосредственно в производственных помещениях (стеллажных шампиньонницах) или в специально построенных камерах. Каждое помещение, предназначенное для термической обработки субстрата, должно отвечать следующим требованиям:

– стены, потолок и даже пол должны быть паронепроницаемыми и с хорошей теплоизоляцией – коэффициент теплопередачи (*K*) должен быть менее 0,5;

– паровая установка должна обеспечивать помещение паром под давлением 0,2 МПа (2 атм);

– система кондиционирования должна обеспечивать надлежащий микроклимат в помещении; не допускается разница в температуре субстрата более 2 °С в самых нижних и самых верхних ярусах стеллажей или ящиков в камере;

– свежий воздух должен очищаться через фильтр тонкой очистки (2 мкм);

– контроль и управление физическими факторами в термических камерах должны быть автоматическими.

Наибольшее значение имеют два метода термической обработки субстрата в тонких слоях, разработанные для субстрата из соломистого конского навоза:

1. Короткая термическая обработка, или пастеризация неактивного субстрата. Путем подачи пара в помещение субстрат искусственно разогревается до температуры пастеризации 58–60 °С.

2. Термическая обработка субстрата путем микробиологического саморазогрева полуактивного субстрата.

Используя заменители конского навоза и применяя для компостирования современные машины, без достаточных знаний нельзя приготовить качественный неактивный субстрат. Поэтому метод короткой термической обработки применяется все реже и грибоводы предпочитают использовать метод термической обработки активного субстрата. При этом методе субстрат из конского навоза после 1-й фазы компостирования в течение 7–9 дней все еще сохраняет активность и содержит газообразный аммиак. Субстрат содержит и большое количество растворимых сахаров. При нагревании субстрата до температуры 45–60 °С путем саморазогрева и дополнительной подачи пара создаются оптимальные условия для развития термофильных микроорганизмов, особенно актиномицетов. Эти организмы нуждаются в значительном количестве воздуха, содержащего 15–20 % кислорода, и в этих условиях, используя растворимые сахара как источник энергии, они превращают свободный аммиак в белковые вещества своих клеток. Термическая обработка завершается, когда химическая реакция субстрата становится почти нейтральной.

Активный субстрат легко самосогревается. Вначале термическая обработка протекает без подачи дополнительного тепла в помещение, поэтому температура воздуха остается более низкой по сравнению с температурой в грядах. В этом случае значительная часть вредителей (мухи, клещи, подуры) поднимаются в верхний слой субстрата. Чтобы достигнуть полной пастеризации субстрата, в конце термической обработки пускают пар и температуру воздуха в помещении за несколько часов повышают до 58–62 °С.

Следовательно, воздух – главный фактор, с помощью которого поддерживается равномерный режим в камере. Он регулирует температуру и влажность в камере. Кроме того, вместе с ним поступает необходимый кислород и удаляется углекислый газ. В обычных условиях термическая обработка по Синдеру и Хаузеру завершается за 2–3 дня.

Исследования показали, что в течение первых 2–3 дней, когда микрофлора особенно активна, каждый килограмм субстрата в камере выделяет за 1 ч около 17 кДж (4 ккал) теплоты и 1500 мг CO_2. Если

вторая фаза продолжается 5 дней, то масса субстрата уменьшается на 20–24 %. Так, если субстрат в начале компостирования весил 100 т, то в конце второй фазы – 75–78 т. Эти потери массы вызваны прежде всего испарением воды (20–24 т) и потреблением бактериями органического вещества (около 1,5–2,5 т). В результате испарения воды субстрат теряет 46–54 млн кДж (11–13 млн ккал) теплоты, выделенной в процессе обмена веществ.

Потребность 1 т субстрата в свежем воздухе в термической камере составляет 50–60 м^3/ч. Большую роль играет также влажность воздуха.

Широкое разнообразие условий производства – различные исходные материалы, время года, климатические условия региона, степень механизации, качество технических сооружений и технической оснащенности шампиньонницы – не всегда позволяет точно соблюдать технологию компостирования. Так, при применении короткого метода компостирования часто первая фаза компостирования продолжается 12 дней вместо 7–9, а термическая обработка – от 7 до 10 вместо 2–3 дней. Такие изменения исключают ранее отмеченные преимущества этого метода компостирования.

Таким образом, вторую фазу компостирования нельзя рассматривать лишь как техническое мероприятие. Напротив, требуется большое понимание микробиологического процесса компостирования и творческий подход при его применении. Термическая обработка является последней возможностью грибовода частично исправить некоторые ошибки, допущенные в течение первой фазы компостирования, но большие ошибки исправить уже нельзя.

Термическая обработка субстрата в массе. В последние годы на

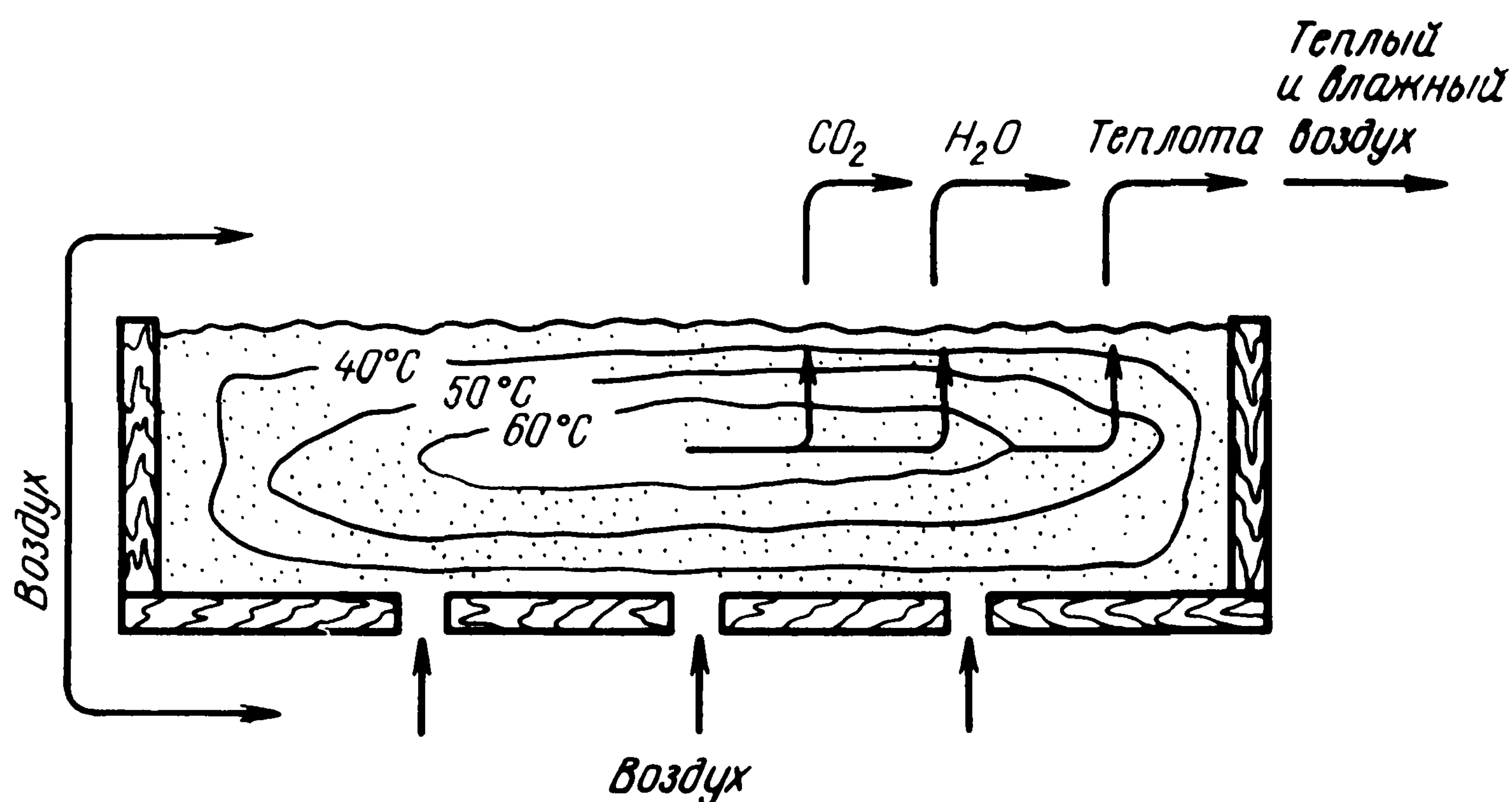


Рис. 32. Зональность в слоях субстрата (ящики или стеллаж) в период термической обработки (по Федеру)

практике применяется новый метод термической обработки субстрата, известный как термическая обработка насыпью или в "массе" (Деркс, 1973; Федер, 1976). Этот метод весьма рационален и находит широкое применение, в том числе и в Болгарии.

Данный метод коренным образом отличается от метода термической обработки субстрата с укладкой тонким слоем (в гряды). При термической обработке ферментация протекает неравномерно, поскольку в слоях субстрата, хотя и тонких, образуются зоны, различающиеся по температуре, влажности и содержанию газов (рис. 32).

Метод термической обработки субстрата в массе основывается на том, что воздух равномерно пронизывает массу субстрата и таким образом выполняет функцию регулятора тепла и газообмена в субстрате. С этой целью в помещении делают решетчатый пол. На решетку равномерно загружают субстрат. Специальной вентиляционной установкой кондиционированный воздух нагнетается равномерно в массу субстрата, что в более полной степени обеспечивает проведение технологического режима. В Болгарии термическая обработка субстрата осуществляется только по этому методу. Он подробно рассмотрен в следующих главах книги.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУБСТРАТА

Развитие грибоводства в Болгарии в последние 20–25 лет совпало с укрупнением общественных хозяйств, механизацией трудоемких процессов и сокращением поголовья лошадей. Поэтому еще при первых шагах в производстве шампиньонов мы столкнулись с трудностями, связанными с нехваткой или отсутствием качественного конского навоза для приготовления субстрата.

На бывшей опытной станции по овощеводству в с. Негован близ Софии были разработаны рецепты приготовления шампиньонного субстрата с незначительным количеством конского навоза или без него. При этом основное значение придавалось трем факторам: качеству материалов, структуре исходной смеси и содержанию общего азота. Была разработана методика расчета доз азотных добавок на основе содержания общего азота.

Рецепты составлялись таким образом, чтобы можно было получать равноценный субстрат на различных компостных площадках, в термических камерах или в шампиньонницах. Различия могут иметь место главным образом в процессе подготовки исходных материалов, а после ферментации партии субстрата должны быть применимы как в примитивных, так и в современных шампиньонницах. В таблицах 7–16 приведено несколько рецептов приготовления шампиньонного субстрата. Количество материалов завышено в среднем на 20 %, чтобы компенсировать дополнительные потери сухого вещества в период термической обработки.

При приготовлении субстрата придерживаются классической схемы:

– предварительная подготовка материалов – 7–10 дней;

– компостирование – первая фаза – 14 дней;

– компостирование – вторая фаза, или термическая обработка в массе до полного освобождения от аммиака в массе субстрата (pH 7,0–7,8) – 7–14 дней.

В течение первой фазы ферментации применяется ритм компостирования 0–6–10–13, который нарушается лишь в том случае, если исходная смесь из грубых материалов была недостаточно увлажнена в период ее предварительной подготовки. Тогда первую перебивку проводят в более ранний срок и применяют следующий ритм компостирования: 1–4–8–12(14). На механизированных компостных площадках, где перебивки проводятся быстро, точное соблюдение ритма компостирования имеет меньшее значение. Здесь следует обращать внимание на структуру материала и принимать меры против образования анаэробного ядра. Бесструктурный исходный материал требует более частых перебивок, но, с другой стороны, частые перебивки машиной еще больше ухудшают его структуру.

КЛАССИЧЕСКИЙ СУБСТРАТ

В отдельных районах Болгарии грибоводы пока еще могут приобретать достаточное количество качественного сильно- или среднесоломистого конского навоза, содержащего примерно 1,3 % общего азота в расчете на сухое вещество. Добавлением карбамида и аммиачной селитры содержание общего азота в нем повышается до 1,8–2,0 % в расчете на сухое вещество. В таблице 7 приведены два рецепта приготовления субстрата – один из сильносоломистого конского навоза, а другой – из среднесоломистого конского навоза.

Если в распоряжении грибовода имеется свежий качественный и дешевый куриный помет и он собирается заменить им часть минеральных азотных добавок, то он может воспользоваться рецептами, указанными в таблице 8.

Рецепт приготовления классического субстрата, как и все прочие его виды, включает предварительную подготовку (укладка, поливы, внесение добавок, смешивание материалов, формирование массы в бурт), первую и вторую фазы компостирования. Рекомендуется следующий ритм компостирования: –5, –2, 0, –6, –10, –13.

Минеральные азотные добавки вносят в нулевой день, т. е. непосредственно перед формированием первого бурта. Если используют небольшое количество куриного помета, то его добавляют, например, перед перемешиванием массы в куче.

В условиях интенсивного производства допускается замена известняка гипсом. Гипс и суперфосфат можно смешивать и вносить в ком-

Таблица 7. **Рецепты приготовления классического субстрата, кг**

Исходный материал	Планируемое количество субстрата, т			
	10	20	50	100
I				
Конский навоз сильносоломистый влажностью около 45 %	8500	17000	42500	85000
Карбамид	30	60	150	300
Аммиачная селитра	80	160	400	80
Суперфосфат				
порошковый	130	260	650	1300
гранулированный	60	120	300	600
Гипс строительный	180	360	900	1800
Вода	11000	22000	56000	112000
II				
Конский навоз среднесоломистый влажностью около 50 %	9400	18800	47000	94000
Карбамид	20	40	100	200
Аммиачная селитра	80	160	400	800
Суперфосфат				
порошковый	130	260	650	1300
гранулированный	60	120	300	600
Гипс строительный	180	360	900	1800
Вода	9000	18000	45000	90000

Таблица 8. **Рецепты приготовления субстрата из среднесоломистого конского навоза с добавлением куриного помета**

Исходный материал	Сухое вещество, кг	Содержание общего азота		Сырой материал, кг
		%	кг	
С добавлением 200 кг куриного помета				
Конский навоз влажностью 50 %	1000	1,3	13,00	2000
Куриный помет влажностью 30 %	140	2,5	3,50	200
Аммиачная селитра	20	30,0	6,00	20
Всего	1160	–	22,50	–
Общий азот	–	1,94	–	–
Гипс строительный	–	–	–	44
Вода для увлажнения бурта	–	–	–	2500
С добавлением 100 кг обыкновенного куриного помета (в растворе)				
Конский навоз влажностью 50 %	1000	1,3	13,00	2000
Куриный помет влажностью 50 %	50	5,0	2,50	100
Аммиачная селитра	20	30,0	6,00	20
Всего	1070	–	21,50	–
Общий азот	–	2,0	–	–
Гипс строительный	–	–	–	40
Вода для увлажнения бурта	–	–	–	2000



Рис. 33. Устройство, защищающее компостный бурт от ветра на земляной площадке

постный бурт при первой перебивке (на 5-й день). Тогда вторую перебивку проводят только для аэрации и увлажнения компостируемой массы.

Перебивки выполняют вручную или с помощью машин. Если первую фазу компостирования проводят на открытой площадке, бурт необходимо накрыть от дождя полимерной пленкой; как только дождь прекратится, бурт раскрывают. В холодную и ветреную погоду принимают меры против "продувания" и охлаждения компостных буртов (рис. 33).

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ

В Болгарии наиболее распространенным является рецепт приготовления универсального субстрата. Он включает 60 % среднесоломистого конского навоза, 20 % пшеничной соломы и 20 % бройлерного помета, содержащего подстилку из мелкой соломы, половы или древесных опилок (табл. 9,*А*). Нельзя использовать куриный помет с подстилкой из древесной стружки, так как на очень крупных кусочках древесной стружки развиваются вредные плесени. Соотношение исход-

ных материалов рассчитывают на сухое вещество, а оно может изменяться в зависимости от содержания соломы в конском навозе (табл. 9,*Б*) или от вида бройлерного помета (табл. 9,*В*).

Таблица 9. **Рецепты приготовления универсального субстрата из различных материалов**

Исходный материал	Содержание сухого вещества, кг	Содержание общего азота		Содержание общего азота в исходной смеси, %	Влажность, %	Масса сырого материала, кг
		%	кг			
А. 60 % среднесоломистого конского навоза						
Конский навоз	600	1,3	7,80	–	50	1200
Солома	200	0,5	1,00	–	15	285
Бройлерный помет	200	2,5	5,00	–	30	285
Итого	1000	–	13,80	1,38	–	–
Карбамид	4	46,0	1,84	–	–	4
Аммиачная селитра	17	30,0	5,10	–	–	17
Итого	1021	–	20,74	2,03	–	–
Гипс строительный	40	–	–	–	–	40
Вода для увлажнения бурта	–	–	–	–	–	1300
Б. Такой же рецепт с бонификацией слабосоломистого навоза						
Конский навоз	500	1,5	7,50	–	60	1250
Солома	300	0,5	1,50	–	15	353
Бройлерный помет	200	2,5	5,00	–	30	285
Всего	1000	–	14,00	1,40	–	–
Карбамид	4	46,0	1,84	–	–	4
Аммиачная селитра	15	30,0	4,50	–	–	15
Всего	1019	–	20,34	2,00	–	–
Гипс строительный	40	–	–	–	–	40
Вода для увлажнения бурта	–	–	–	–	–	1200
В. Такой же рецепт, но с добавлением куриного помета (обыкновенного)						
Конский навоз среднесоломистый	600	1,3	7,80	–	50	200
Солома	300	0,5	1,50	–	15	353
Куриный помет без подстилки	100	5,0	5,00	–	50	200
Всего	1000	–	14,30	1,43	–	–
Карбамид	4	46,0	1,84	–	–	4
Аммиачная селитра	15	30,0	4,50	–	–	15
Всего	1019	–	20,64	2,03	–	–
Гипс строительный	40	–	–	–	–	40
Вода для увлажнения бурта	–	–	–	–	–	1200

В таблице 10 приведены рецепты приготовления универсального субстрата из средне- и слабосоломистого конского навоза с добавками в зависимости от планируемого количества субстрата.

Таблица 10. **Рецепты приготовлеиия универсального субстрата в зависимости от вида конского навоза, кг**

Исходный материал	Планируемое количество субстрата, т			
	10	20	50	100
Субстрат из среднесоломистого конского навоза				
Конский навоз влажностью около 50 %	6250	12500	31250	62500
Солома пшеничная влажностью 15 % (сухая)	1125	2250	5625	11250
Бройлерный помет влажностью 30 %	1370	2750	6870	13750
Аммиачная селитра	75	150	375	750
Карбамид	20	40	100	200
Гипс строительный	180	360	900	1800
Вода для 1-й перебивки				
летом	5000	10000	25000	50000
зимой	4000	8000	20000	40000
Субстрат из слабосоломистого конского навоза				
Конский навоз влажностью около 60 %	5900	12000	29500	59000
Солома пшеничная влажностью 15 % (сухая)	1700	3400	8500	17000
Бройлерный помет влажностью 30 %	1400	2800	7000	14000
Аммиачная селитра	78	156	390	780
Карбамид	20	40	100	200
Гипс строительный	170	350	850	1700
Вода для 1-й перебивки				
летом	6000	12000	30000	60000
зимой	5000	10000	25000	50000

Преимущество универсального субстрата заключается в том, что заменяется 40 % дефицитного конского навоза, а использование соломы и бройлерного помета высокого качества позволяет устранить недостатки конского навоза, полученного от лошадей, которых не переводили на специальный режим кормления.

Приготовление универсального субстрата начинают с предварительной подготовки исходных материалов.

Основное требование на этом этапе компостирования заключается в хорошем перемешивании и увлажнении исходных материалов и устранении потерь навозной жижи.

При интенсивном производстве субстрата, которое обязательно заканчивается термической обработкой в специальных камерах, избегают вносить известняк в качестве минеральной добавки и заменяют его гипсом, который вносят при первой перебивке. Не употребляется и суперфосфат, так как фосфор, необходимый для ферментации, входит в состав куриного помета.

Опыт показывает, что продолжительность первой фазы компостирования может составить 12–16 дней, при недельном ритме организации работ в хозяйстве – 14 дней. При короткой первой фазе компостиро-

вания не рекомендуется использовать большое количество куриного помета (20%), поскольку в нем содержатся трудноусвояемые микроорганизмами органические азотистые вещества.

Промежуточных перебивок компостных буртов должно быть не менее двух. По рекомендации технолога можно провести и три перебивки – например при недостаточном увлажнении субстрата; сформированный из него бурт следует перебить на следующий день или через день после формирования. В этом случае может появиться необходимость в увеличении на 2 дня общей продолжительности первой фазы компостирования.

Так как по структуре и составу универсальный субстрат подобен классическому, он обрабатывается по такой же схеме (0–6–10–13). В течение всего периода первой фазы необходимо следить за динамикой температуры в бурте и принимать меры по его защите от дождей и ветра, которые могут субстрат переувлажнить, переохладить или иссушить.

СУБСТРАТ ИЗ СТЕРЖНЕЙ КУКУРУЗНЫХ ПОЧАТКОВ

Наибольшей экономии конского навоза достигают при приготовлении субстрата из стержней кукурузных початков с добавлением 30% конского навоза. Рецепт включает также пшеничную солому, вылущенные стержни кукурузных початков и бройлерный помет, содержащий подстилку из мелкой соломы, половы или древесных опилок (табл. 11 и 12). Рецепт разработан на бывшей опытной станции овоще-

Таблица 11. **Субстрат из стержней кукурузных початков с добавлением 30 % конского навоза**

Исходный материал	Сухое вещество		Содержание общего азота		Масса сырого материала, кг
	кг	%	кг	%	
Пшеничная солома	1000	18,0	5,00	0,50	–
Стержни кукурузных початков, смолотые	1700	31,0	8,50	0,50	–
Бройлерный помет	1000	18,0	25,00	2,50	–
Конский навоз среднесоломистый	1600	31,0	20,00	1,25	–
Карбамид	50	0,70	23,00	46,00	50
Аммиачная селитра	200	1,30	27,00	30,00	100
Итого	5440	100,0	108,50	–	–
Гипс строительный	–	–	–	–	100
Вода для полива бурта	–	–	–	–	12000

Примечание. Данные о количестве исходных материалов и их процентном соотношении для удобства округлены. Содержание общего азота в исходной смеси составляет 2 %.

Таблица 12. **Рецепт приготовления субстрата из стержней початков кукурузы и небольшого количества конского навоза (30 %), кг**

Исходный материал	Планируемое количество субстрата, т			
	10	20	50	100
Солома пшеничная влажностью 15 %	1000	2000	5000	10000
Стержни кукурузных початков влажностью 15 %	1675	3850	8375	16750
Бройлерный помет влажностью 30 %	1200	2400	6000	12000
Конский среднесоломистый навоз влажностью 50 %	2675	5350	13375	26750
Карбамид	42	84	210	420
Аммиачная селитра	75	150	375	750
Гипс строительный	80	160	400	800
Вода	8000	16000	40000	80000

водства в с. Негован возле Софии. Нельзя использовать куриный помет с подстилкой из древесных стружек.

Стержни кукурузных початков обладают высокой водоудерживающей способностью и благоприятным углеводным составом, что необходимо для микробиологической ферментации. Температура компостируемой массы достигает 72 °С и выше. Субстрат из стержней кукурузных початков используют в зимний период даже на открытых компостных площадках. Себестоимость его выше, чем универсального и особенно классического субстратов, но плотность ниже (около 300 кг/м^3). Таким субстратом загружаются относительно большие площади. Кроме того, он позволяет получать более высокий урожай шампиньонов (в среднем на 20 %).

Используют сухие, незаплесневевшие стержни, которые измельчают на молотковой мельнице (размер ячеек сита 20–25 мм). При меньшем измельчении ухудшаются структура и аэрация компостного бурта.

Употребление почерневших, заплесневевших, подгнивших стержней кукурузных початков ухудшает качество субстрата и неблагоприятно отражается на конечном результате – урожае шампиньонов.

Стержни кукурузных початков следует хранить в сухом месте – под навесом или в плетеных корзинах. Опыт показывает, что в субстрат из стержней кукурузных початков можно с успехом добавлять и меньшее количество конского навоза (20–15 %, или 10 % от исходной смеси) или исключить его полностью (табл. 13). Однако при этом возникают трудности технического характера. Например, если солома крупная, то уменьшается сцепление между соломинами и стержнями початков, которые во время перебивок подразделяются на фракции.

Если из-за отсутствия конского навоза необходимо изменить рецепт, то технолог должен помнить основное правило, что каждая ис-

Таблица 13. **Субстрат из стержней кукурузных початков и небольшого количества конского навоза (15 %)**

Исходный материал	Содержание				Масса сырого материала, кг
	сухое вещество		общий азот		
	кг	%	кг	%	
Солома пшеничная	1000	20	5,00	0,50	–
Стержни кукурузных початков	2000	42	10,00	0,50	–
Бройлерный помет	1000	20	25,00	2,50	–
Конский навоз среднесоломистый	700	15	9,10	1,30	–
Карбамид	46	1	21,16	46,00	46
Аммиачная селитра	90	2	27,00	30,00	90
Всего	4836	100	97,26	–	–
Гипс строительный	100	–	–	–	100

Примечание. Содержание общего азота в исходной смеси составляет 2 %.

ходная смесь для приготовления субстрата по своей структуре должна быть аналогична среднесоломистому конскому навозу. Следовательно, без добавления конского навоза субстрат необходимо готовить из мелкой соломы или, по крайней мере, часть соломы измельчить на молотковой мельнице (в мелкую полову).

Субстрат из стержней кукурузных початков можно успешно приготовить как в мелком хозяйстве, так и на крупных механизированных предприятиях для компостирования.

Предварительную подготовку стержней кукурузных початков в личном хозяйстве проводят в плоской куче и обязательно на бетонированной площадке, так как во время увлажнения из кучи вытекает много воды. Там, где это возможно, поливную воду необходимо собирать в резервуар и использовать ее вновь для полива.

Сначала равномерно расстилают солому и поливают ее в течение трех дней. После этого на поверхность кучи равномерно разбрасывают стержни кукурузных початков, затем укладывают конский навоз и смесь поливают в течение 24 ч, не допуская при этом потерь навозной жижи. Навозная жижа, которая вытекает из "промываемого" конского навоза, впитывается стержнями кукурузных початков. Не позднее чем на 5-й день добавляют куриный помет, увлажняют в этот же день и на 6-й день массу перемешивают; одновременно кучу поливают, не допуская при этом потерь навозной жижи. Подготовленный таким образом исходный материал обогащают минеральными азотными добавками, равномерно распределяемыми по поверхности плоской кучи.

На механизированных площадках солому лучше всего замачивать в бассейне, затем ее извлекают из бассейна и смешивают с остальными компонентами. Кучу перемешивают фронтальным тракторным погруз-

чиком и дополнительно увлажняют. Не разрешается формировать бурт для компостирования, если стержни кукурузных початков недостаточно увлажнены. Обычно предварительную подготовку исходных материалов завершают в недельный срок.

В зимнее время можно формировать "сухую" плоскую кучу. Ее увлажняют, когда все компоненты будут хорошо перемешаны. Высота кучи должна быть не более 1 м. Воду необходимо добавлять постепенно, через 2–3 перемешивания. Кроме того, из-за опасности переувлажнения вследствие конденсации водяных паров на поверхности кучи зимой субстрат из стержней кукурузных початков обрабатывают более сухим. Первый бурт формируют шириной 2,2–2,5 м (зимой шире).

Режим компостирования хорошо увлажненного исходного материала следующий: 0–6–10–13; при первой перебивке в него добавляют гипс. Если перебивки проводят вручную, то особенно внимательно проводят первую. В субстрате из стержней початков кукурузы образуется большая сухая внешняя зона и широкая выгоревшая внутренняя зона. Материал этих двух зон необходимо обильно полить, прежде чем закладывать середину нового штабеля.

СУБСТРАТ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЛИСТЬЕВ И СТЕБЛЕЙ КУКУРУЗЫ

На бывшей опытной станции по овощеводству в с. Негован был разработан также рецепт приготовления шампиньонного субстрата, в котором конский навоз частично или полностью заменяется смесью из соломы, листьев и стеблей кукурузы и куриного помета. Из-за трудностей, связанных с приобретением спрессованных в тюки листьев и стеблей кукурузы, этот вид субстрата пока не используется, но в будущем представляется перспективным.

Сухие кукурузные листья и стебли, нарезанные на силосорезке или комбайне, длинную пшеничную или ржаную солому и бройлерный помет дозируют и смешивают; при этом придерживаются правила – получить смесь, которая по своей структуре была бы аналогична среднесоломистому конскому навозу.

К основной смеси добавляют разное количество среднесоломистого конского навоза. В таблице 14 приведены рецепты приготовления субстрата из листьев и стеблей кукурузы с добавлением 15 % и 30 % конского навоза и без его добавления.

Болгарский опыт свидетельствует, что содержание общего азота в исходной смеси должно составлять 1,6–1,7 % в расчете на сухое вещество. При более высоком содержании общего азота образуются крупные анаэробные ядра, субстрат сильно аммонизируется, увеличивается продолжительность первой фазы компостирования до 18–20 дней.

Компостирование происходит аэробным методом с еженедельным

Таблица 14. **Рецепты приготовления субстрата из листьев и стеблей кукурузы;** масса каждой партии примерно 32 $м^3$, или 15 т; три типа субстрата: I содержит 30 % конского навоза, II – 15 % и III – 0 %

Материал	I				II				III			
	содержание сухого вещества, кг	содержание общего азота		масса сырого материала, кг	содержание сухого вещества, кг	содержание общего азота		масса сырого материала, кг	содержание сухого вещества, кг	содержание общего азота		масса сырого материала, кг
		%	кг			%	кг			%	кг	
Конский навоз средне-соломистый влажностью 50 %	2750	1,25	34,4	5500	1500	1,25	18,8	3000	–	–	–	–
Солома пшеничная сухая влажностью 15 %	1105	0,5	5,5	1300	1445	0,5	7,2	1700	1700	0,5	8,5	2000
Листья и стебли кукурузы сухие влажностью 15 %	2380	0,8	19,0	2800	3060	0,8	24,5	3600	2975	0,8	23,8	3500
Бройлерный помет свежий влажностью 30 %	1600	2,5	40,0	2300	1800	2,5	45,0	2600	1960	2,5	49,0	2800
Аммиачная селитра	100	30	30,0	100	120	30	36,0	120	100	30	30,0	100
Гипс строительный	–	–	–	300	–	–	–	300	–	–	–	300
Вода	–	–	–	10000	–	–	–	10000	–	–	–	10000
Итого	7935	–	128,9	–	7925	–	131,5	–	6735	–	111,3	–
Содержание общего азота в смеси	–	1,62	–	–	–	1,66	–	–	–	1,65	–	–

ритмом –7, –5, –2, –0–6–10–13. Минеральные азотные добавки вносят в бурт в день его формирования (0), а гипс – при первой перебивке (на 6-й день). На 13-й день все еще активный субстрат загружают в камеру для термической обработки.

Если субстрат из кукурузных листьев и стеблей готовят вручную, то желательно хотя бы одну перебивку (лучше первую) проводить небольшой перебивочной машиной (см. рис. 30 и 31). При этом дополнительно измельчаются листья и стебли кукурузы, и субстрат приобретает однородную структуру.

Температура субстрата из сухих кукурузных листьев и стеблей достигает 65–72 °C, а pH 7,9–8,5. Субстрат легко переувлажняется, поэтому грибоводу следует быть более внимательным при работе с ним.

Плотность субстрата влажностью 65–72% варьирует от 300 до 450 кг/м^3.

По сравнению с другими видами субстрат из листьев и стеблей кукурузы часто поражается желто-зелеными плесенями. Независимо от этого, при правильном компостировании и коротком периоде плодоношения, характерном для интенсивной технологии, они по структуре аналогичны универсальному субстрату.

СУБСТРАТ ИЗ СОЛОМЫ

В 1974 г. голландский миколог Геритс опубликовал рецепт приготовления шампиньонного субстрата из пшеничной соломы и бройлерного помета (Геритс, 1974). Этот тип субстрата по качеству не отличается от остальных видов субстрата и имеет то преимущество, что его готовят из сравнительно постоянных по составу исходных материалов.

Оригинальный рецепт предусматривает смешивание двух компонентов в равном соотношении: 1 т сухой пшеничной соломы с 1 т свежего бройлерного помета. Пшеничную солому измельчают на соломорезке (длина соломин должна быть около 7 см), максимально увлажняют и затем смешивают с куриным пометом. Затем формируют компостные бурты, которые перетряхивают перебивочной машиной. При первой перебивке на 1 т соломы добавляют 60 кг строительного гипса. Субстрат подвергают термической обработке.

Болгарский опыт показывает, что куриный помет, поступающий из разных птицеводческих ферм, имеет различный состав, поскольку используются разная подстилка как по виду, так и по количеству. Для подстилки чаще всего используют мелкую солому или полову, но иногда и древесные опилки, древесную стружку или рисовую шелуху. Опыт свидетельствует о том, что куриный помет, содержащий подстилку из древесных стружек или рисовой шелухи, непригоден для приготовления шампиньонного субстрата, а куриный помет, содержащий подстилку из опилок, следует использовать лишь в том случае, если нет возможности приобрести другой.

В курином помете, полученном из различных источников, содержание общего азота варьирует от 2,5 до 4,5 % в зависимости от количества подстилки в нем и фуражных остатков корма птицы. По Геритсу, дефицитный конский навоз полностью заменяется смесью из соломы и куриного помета. Например, если солома мелкая, то можно избежать предварительного ее измельчения или измельчать только одну часть ее и равномерно смешать с остальным количеством.

Таблица 15. **Содержание общего азота в смеси из сухой соломы и свежего бройлериого помета**

Содержание общего азота в 700 кг куриного помета (в расчете на сухое вещество)		Содержание общего азота в 850 кг соломы (в расчете на сухое вещество)		Содержание общего азота в исходной смеси (всего 1550 кг сухого вещества)	
%	кг	%	кг	%	кг
2,5	15,0	0,5	4,25	1,24	19,25
3,0	21,0	0,5	4,25	1,63	25,25
3,5	24,5	0,5	4,25	1,86	28,75
4,0	28,0	0,5	4,25	2,08	32,25
4,5	31,5	0,5	4,25	2,30	35,75

Данные таблицы 15 свидетельствуют о влиянии содержания общего азота в бройлерном помете на содержание общего азота в исходной смеси материалов. В состав сильносоломистого куриного помета входит незначительное количество азота. Кроме того, при использовании куриного помета, содержащего 2,5 % азота и смешанного в равных частях с соломой, доля общего азота в исходной смеси составляет примерно 1,24 %. При добавлении 10 кг карбамида (4,6 кг азота) к 1 т соломы доля азота в исходной смеси может повыситься до 1,54 %. Если используется куриный помет, включающий в свой состав 3 % азота, то при добавлении 10 кг карбамида содержание азота в смеси повысится до 1,6 %.

Кроме того, на субстрат влияет и качество куриного помета, которое зависит от вида кормовых смесей, даваемых птице. Не исключено еще влияние лекарственных препаратов, поваренной соли и др., которые добавляют в корм птице. Следовательно, специалисты на компостном предприятии должны знать о происхождении куриного помета, периодически проверять в нем содержание общего азота и других компонентов и своевременно вносить поправки в состав исходных материалов для приготовления субстрата.

В таблице 16 приведены данные о расходе исходных материалов для приготовления субстрата на основе соломы в зависимости от потребности в нем.

В рецепт приготовления субстрата на основе соломы можно с успехом включить и дробленые стержни кукурузных початков в количестве

10–20%. Например, если к 1 т сухой соломы добавляют 1 т свежего куриного помета, то общее количество сухого вещества в смеси составит 1550 кг. К этой смеси можно добавить 200–400 кг сухих стержней кукурузных початков размером до 20 мм. Так как стержни кукурузных початков содержат незначительное количество общего азота (примерно 0,5 %), то при добавлении их уменьшается содержание азота в исходной смеси, состоящей из соломы и куриного помета. Напри-

Таблица 16. **Рецепт приготовления необходимого количества субстрата в зависимости от содержания в нем соломы**

Материал	Субстрат, т			
	10	20	50	100
Солома пшеничная мелкая сухая, кг	4000	8000	20000	40000
Куриный помет свежий, содержащий 3 % общего азота, кг	4000	8000	20000	40000
Карбамид, кг	40	80	200	400
Гипс строительный, кг	240	480	1200	2400
Вода, $м^3$	20	40	100	200

мер, если в курином помете содержится 4,5 % азота (см. табл. 15), а в смеси с соломой – 2,3 % общего азота, то при добавлении 400 кг сухих стержней кукурузных початков содержание азота в исходной смеси снизится до 1,98 %. Это позволяет использовать большое количество куриного помета, который дешевле, чем солома. Таким образом, стержни кукурузных початков используются наиболее экономно, а в исходной смеси создаются лучшие условия для микробиологической ферментации массы.

Субстрат на основе соломы готовится вручную, полумеханизированным и механизированным способами.

Принципы компостирования вручную те же, что и для других видов субстрата. Прессованные кипы мелкой соломы равномерно расстилают на бетонированной площадке и в течение 4–5 дней поливают водой. Для того чтобы увеличить водопоглощающую способность соломы, кучу уплотняют колесным трактором, грузовым автомобилем или другим тяжелым транспортным средством.

Некоторые грибоводы допускают ошибку, предварительно не увлажняя солому; компостирование сухой или полусухой соломы при этом протекает неправильно. Поэтому солому усиленно поливают водой до тех пор, пока каждая соломина не будет увлажнена.

Плоский слой соломы нельзя приготовить в зимнее время, так как он замерзнет. Если компостирование нельзя отложить на более теплое время и необходимо приготовить субстрат на основе соломы в холод-

ное время, то бурт можно формировать из соломы, спрессованной в тюки.

На 5-й день компостирования к соломе добавляют куриный помет и равномерно перемешивают его с соломой. Помет предварительно не увлажняют, чтобы не образовались комки, которые при перебивках довольно трудно разбивать.

Бурт еще в течение 1–2 дней продолжают поливать водой, не допуская потерь навозной жижи. Если куриный помет содержит большое количество соломы и незначительное количество общего азота (2,5 – 3,0 % в пересчете на сухое вещество), то в день формирования бурта к нему добавляют карбамид в количестве 5–10 кг на 1 т сухой соломы (см. табл. 16).

Из готовой массы влажностью около 70 % формируют бурты для компостирования.

В холодные и особенно в ветреные дни бурт укрывают полимерной пленкой или обкладывают тюками соломы (см. рис. 33).

В течение первой фазы применяют обычный ритм компостирования: 0–6–10–13, но он не является неизменным. Грибовод должен учитывать все факторы, влияющие на процесс ферментации, и принимать меры к обеспечению оптимальных условий. Например, если бурт или соломенная куча недостаточно увлажнены, то можно использовать другой ритм компостирования: 0–4–7–11–13. Первая перебивка в более ранний срок позволяет своевременно доувлажнить материал. Если в бурте образуется анаэробное ядро, то дополнительная его перебивка способствует проникновению воздуха в бурт. При переувлажнении материала применяется следующий ритм компостирования: 0–6–10–12–13. Не будет ошибкой использовать и такой ритм: 1–4–8–12–14.

Субстрат подвергают термической обработке. Полумеханизированное компостирование субстрата на основе соломы включает формирование буртов вручную и механизированные перебивки. Компостные бурты готовят двумя способами:

1. Тюки соломы развязывают и укладывают в три плотных ряда. Одновременно солому обильно поливают водой. На первый слой рассыпают (тонким слоем в несколько сантиметров) измельченную солому, сверху укладывают новый слой тюков и т. д. до тех пор, пока не образуется штабель с 3 или 4 уложенными тюками высотой, равной высоте рабочего захвата комбайна. В течение нескольких дней штабель соломы усиленно поливают водой с помощью шланга или дождевальной установки капельного типа.

Дождевальную установку капельного типа изготавливают из перфорированных подвижных труб и прорезиненных шлангов. Дождевальная установка равномерно разбрызгивает воду над штабелем. Можно увлажнять штабель и с помощью мобильного устройства (рис. 34). Таким образом в середине соломенного штабеля даже в зимнее время сохраняется положительная температура, необходимая для ферментации.

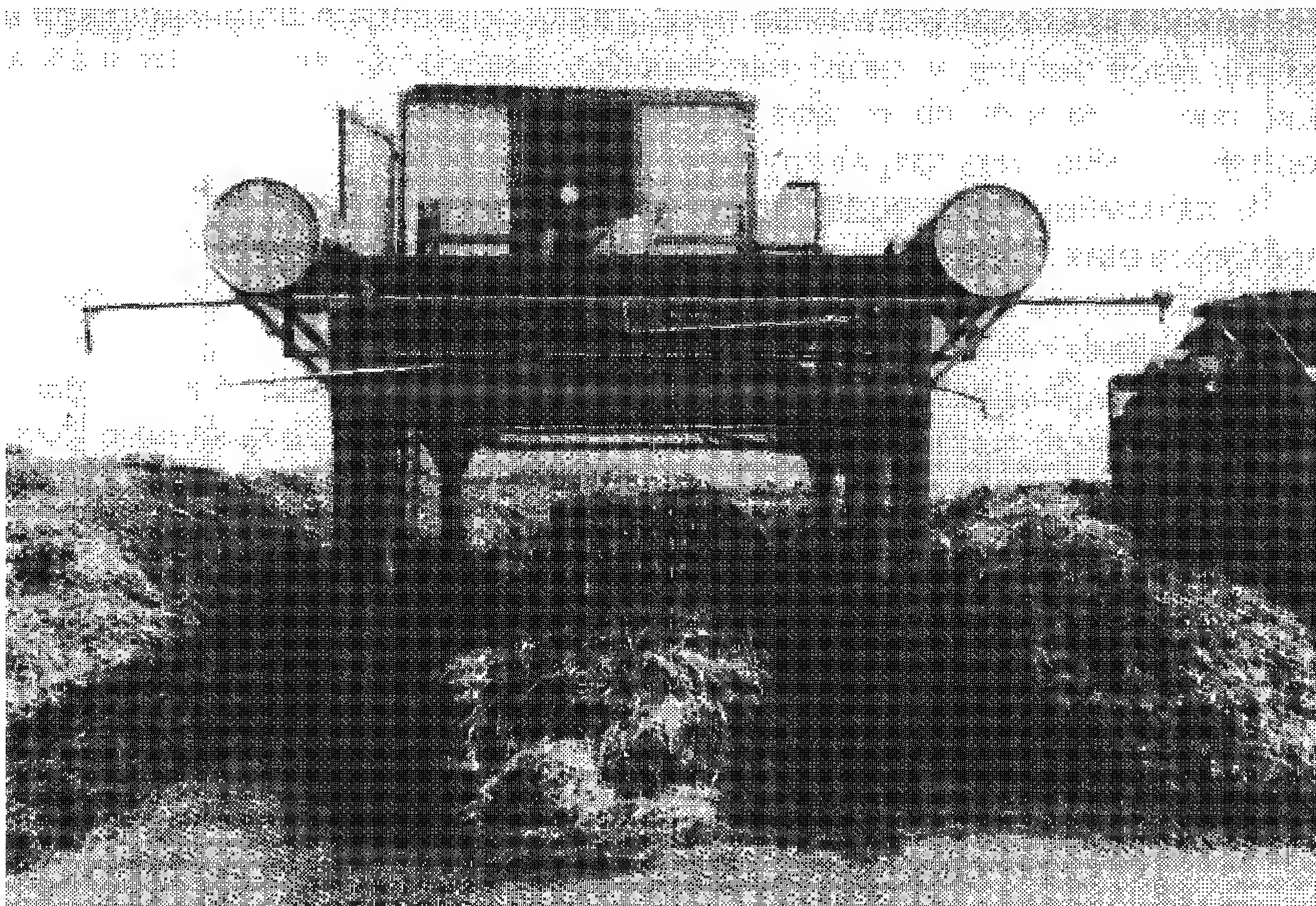


Рис. 34. Высококлиренсное шасси для полива, опрыскивания компостных буртов препаратами и внесения минеральных добавок (площадка для компостирования в с. Ново село Пловдивского округа)

На 4-й или 5-й день поверх штабеля соломы вручную или механизированным способом слоем 20–25 см укладывают куриный помет (неувлажненный). После этого солому 1–2 раза перетряхивают перебивочной машиной, которая перемешивает компоненты; в процессе перебивки добавляют воду. Для того чтобы влажность в исходной смеси была оптимальной, на 1 кг влажного куриного помета расходуется 1 л воды.

После перемешивания и увлажнения штабеля, в котором тем временем начался микробиологический саморазогрев, добавляют карбамид, который равномерно рассыпают на штабеле. Затем смесь еще раз перетряхивают и в этот же день формируют бурт. С этого дня начинается первая фаза компостирования.

2. Тюки соломы укладывают в широкий неправильной формы штабель, одновременно развязывают их и обильно поливают водой в течение нескольких дней.

После этого влажные тюки вручную измельчают, солому плотно укладывают в специальные подвижные формы длиной 1,5–2,0 м, высотой 2 м и шириной 1,8–2,0 м в зависимости от рабочей ширины перебивочной машины. В формах солому утрамбовывают, чтобы оформился

достаточно высокий и плотный бурт. После каждого заполнения форма выдвигается вперед и снова наполняется смесью исходных материалов. При таком способе достигают большей высоты бурта, однако этот способ требует больших затрат труда.

В дальнейшем проводят те же операции, как и при первом способе формирования бурта, – добавляют куриный помет, проводят 1–2 механизированных перемешивания и затем приступают к первой фазе компостирования.

Механизированный способ компостирования соломы требует наличия специальной материальной базы и системы машин, с помощью которых полностью исключается применение тяжелого ручного труда, а именно: соломорезка; бассейн для увлажнения соломы; площадка для смешивания влажной соломы с куриным пометом; фронтальный тракторный погрузчик; перебивочная машина; приемный бункер, который навешивают на переднюю часть перебивочной машины.

При использовании фронтального тракторного погрузчика, по крайней мере, одна из стен бассейна должна быть отвесной и прочной. Трактор использует ее в качестве опоры при выгрузке соломы из бассейна. Куриный помет можно хранить в открытом с одной стороны боксе (см. рис. 17 и 20).

Чтобы избежать неблагоприятного влияния погоды, все сооружения следует располагать под навесами, а лучше всего – в закрытых помещениях ангарного типа.

УСТРОЙСТВО НЕБОЛЬШИХ КАМЕР ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СУБСТРАТА

По своему устройству и технологическому режиму небольшие камеры для термической обработки субстрата в принципе не отличаются от крупных механизированных и автоматизированных камер, которые применяются в современных шампиньонницах и на предприятиях по приготовлению субстрата.

Строительная площадка. Для строительной площадки выбирают такое место, к которому может легко подъехать транспортное средство. Она должна также отвечать санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к шампиньонницам. Перед камерой следует предусмотреть небольшую площадку с твердым покрытием, на которую будут выгружать сырой субстрат. За камерой или в стороне от нее предусматривают небольшое машинное помещение, в котором монтируют вентилятор, воздуховоды и распределительный электрический щит. Необходимо предусмотреть отдельное помещение для дежурного оператора.

При возможности оборудуют проходную камеру (типа "тоннель") с боковым расположением машинного помещения. Строительство та-

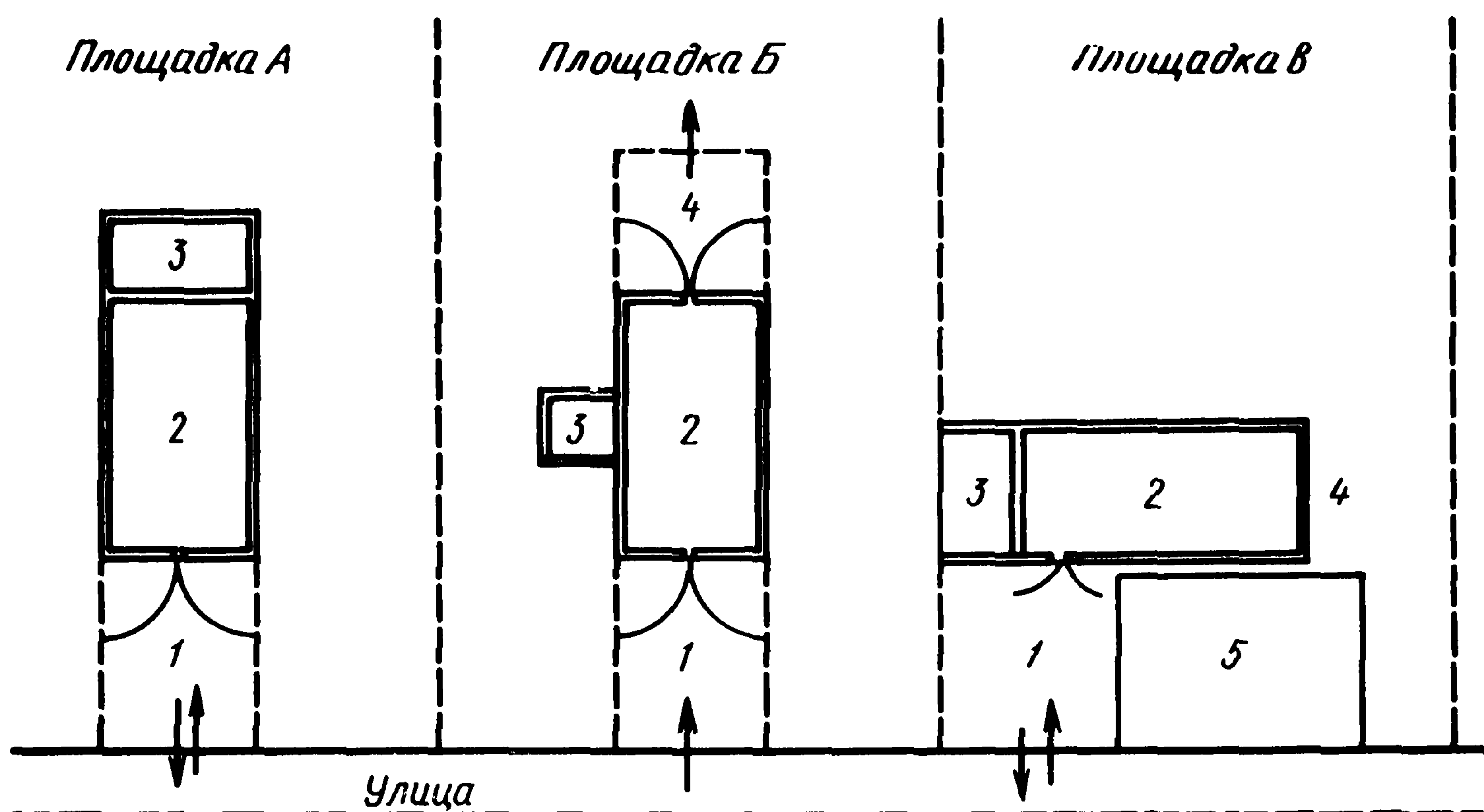


Рис. 35. Примерные планы строительства небольших термических камер:

Площадка *А*: *1* — площадка; *2* — тупиковая камера (типа гаража); *3* — машинное помещение. Площадка *Б*: *1* — площадка; *2* — проходная камера (туннельного типа); *3* — машинное отделение; *4* — площадка. Площадка *В*: *1* — площадка; *2* — тупиковая камера; *3* — машинное отделение; *4* — внутренняя площадка, которую можно использовать и для строительства проходной камеры; *5* — имеющаяся постройка

кой камеры дороже, так как необходимо изготовить еще одни двери (рис. 35).

Можно использовать также имеющиеся в наличии помещения, которые после соответствующей реконструкции превращают в термические камеры. Даже рефрижератор и железнодорожный вагон-холодильник после незначительного переоборудования можно превратить в термическую камеру для пастеризации субстрата – открываемую с одной стороны или проходную. В камере оборудуются герметически закрывающиеся двери, решетчатый пол и соответствующая вентиляционная установка. В рефрижераторе обрабатываемая масса укладывается невысоким слоем (не больше 120 см), что благоприятно отражается на качестве готового субстрата. Сокращается и общая продолжительность термической обработки. В Болгарии уже накоплен значительный опыт как в строительстве, так и в эксплуатации таких камер (рис. 36). В конце данной книги приведены некоторые советы по строительству небольших термических камер (см. приложение 3).

Размеры камеры. Минимальная вместимость небольшой камеры составляет 8–10 т и максимальная – 20–30 т сырого субстрата с содержанием влаги в среднем около 70 %. Если количество субстрата

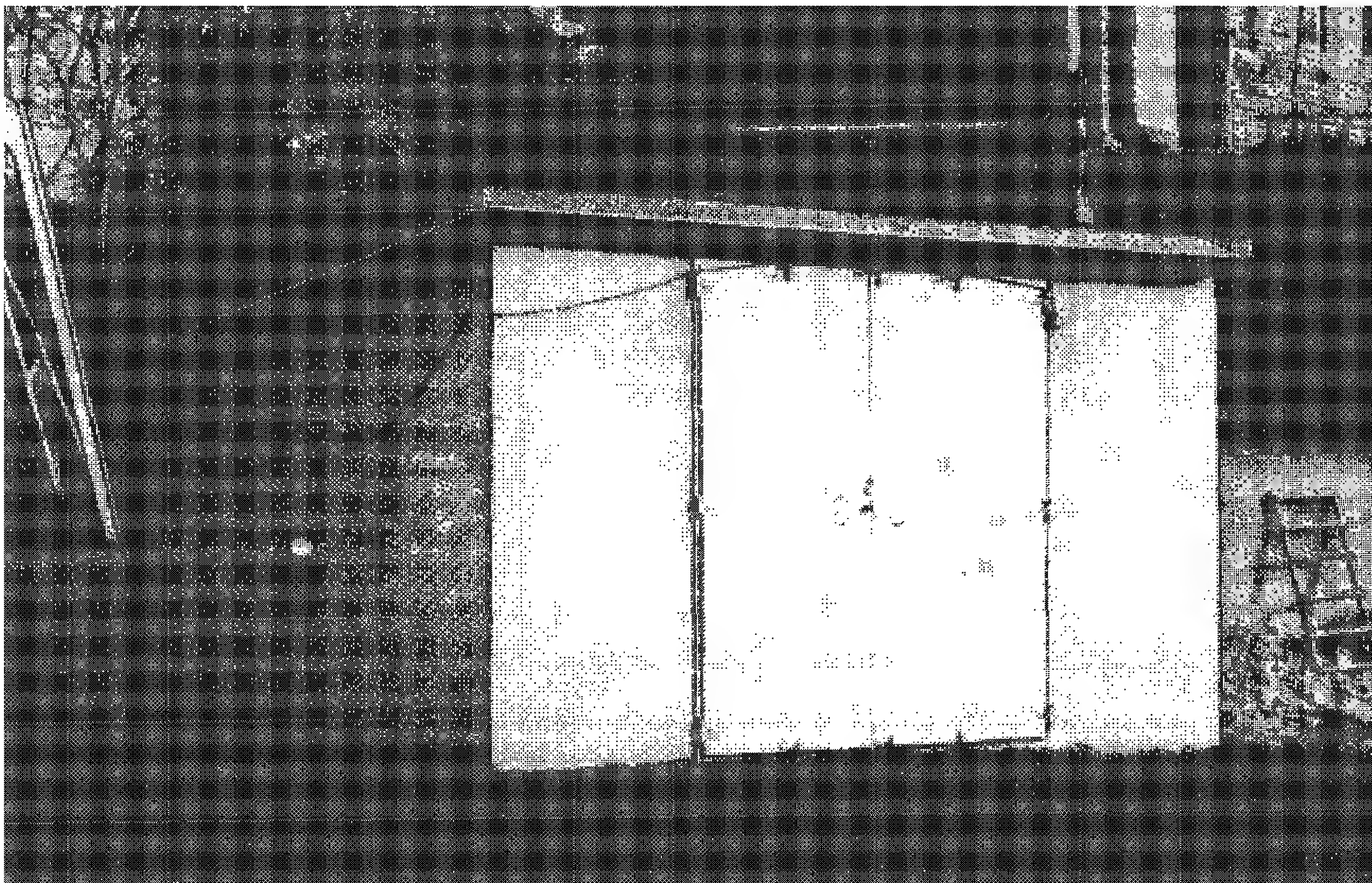


Рис. 36. Небольшая термическая камера тупикового типа (завод в с. Красен Русенского округа)

меньше, то очень трудно, а в холодные сезоны даже невозможно поддерживать температурный режим в компостной массе. Если камера большей емкости, то ее нельзя загружать вручную и из нее нельзя также выгрузить субстрат за один рабочий день. Толщина слоя субстрата в момент загрузки может варьировать от 1,2 до 2 м в зависимости от его структуры и влагосодержания. Следовательно, максимальное количество субстрата, которое можно загрузить в камеру, составляет 1 т/м^2 пола. Однако при проектировании новой камеры лучше предусматривать 750 кг сырого субстрата на 1 м^2 пола, что обеспечивает даже небольшой резерв.

Наиболее удобной для эксплуатации является камера шириной 3–4 м. Длина ее зависит от количества субстрата, которое подвергается обработке. Минимальная высота от пола до потолка должна быть 2,5–3 м, деревянную решетку следует монтировать на расстоянии 40–50 см от пола.

В камеру площадью 18 м^2 (3 х 6 м) можно загрузить 15–18 т сырого субстрата, из которого получают примерно 12–14 т термически обработанного субстрата. Камеру шириной 4 м и длиной 7 м (28 м^2) загружают 20–28 т сырого субстрата и получают 18–20 т готового субстрата.

На рисунке 37 представлена схема внутреннего устройства терми-

ческой камеры, в которой указано большинство строительных деталей, обеспечивающих надлежащее течение термического процесса в компостной массе.

Тепловая изоляция. Коэффициент теплопередачи (k) должен быть $\leqslant 0{,}5$ ккал/м^2 · ч · °С.

Пароизоляция. Изоляция стен, потолка и пола должна защищать их от проникания влаги (пара).

Электропроводка и освещение. Для эксплуатации вентилятора необходим трехфазный электрический ток. Камера не имеет искусственного освещения; когда в ней работают, достаточно бывает открыть двери. Если необходимо работать в камере ночью, можно использовать переносную электрическую лампу.

Каждую термическую камеру оснащают аварийным источником энергии — газовым или бензиновым двигателем, с помощью которого обеспечивается непрерывная работа вентиляционной установки даже при прекращении подачи электрического тока.

Отопление. Опыт показывает, что если в термической камере с хорошей тепло- и влагоизоляцией используют качественный сырой субстрат, то весь процесс термической обработки может протекать нормально без дополнительного подогрева, т. е. только с помощью образующегося при ферментации биотепла. В некоторые холодные сезоны или при работе с недостаточно активным субстратом процесс его разогрева можно ускорить с помощью электронагревателя. Например, вмонтированный в нагнетательный воздуховод нагреватель мощностью от 6

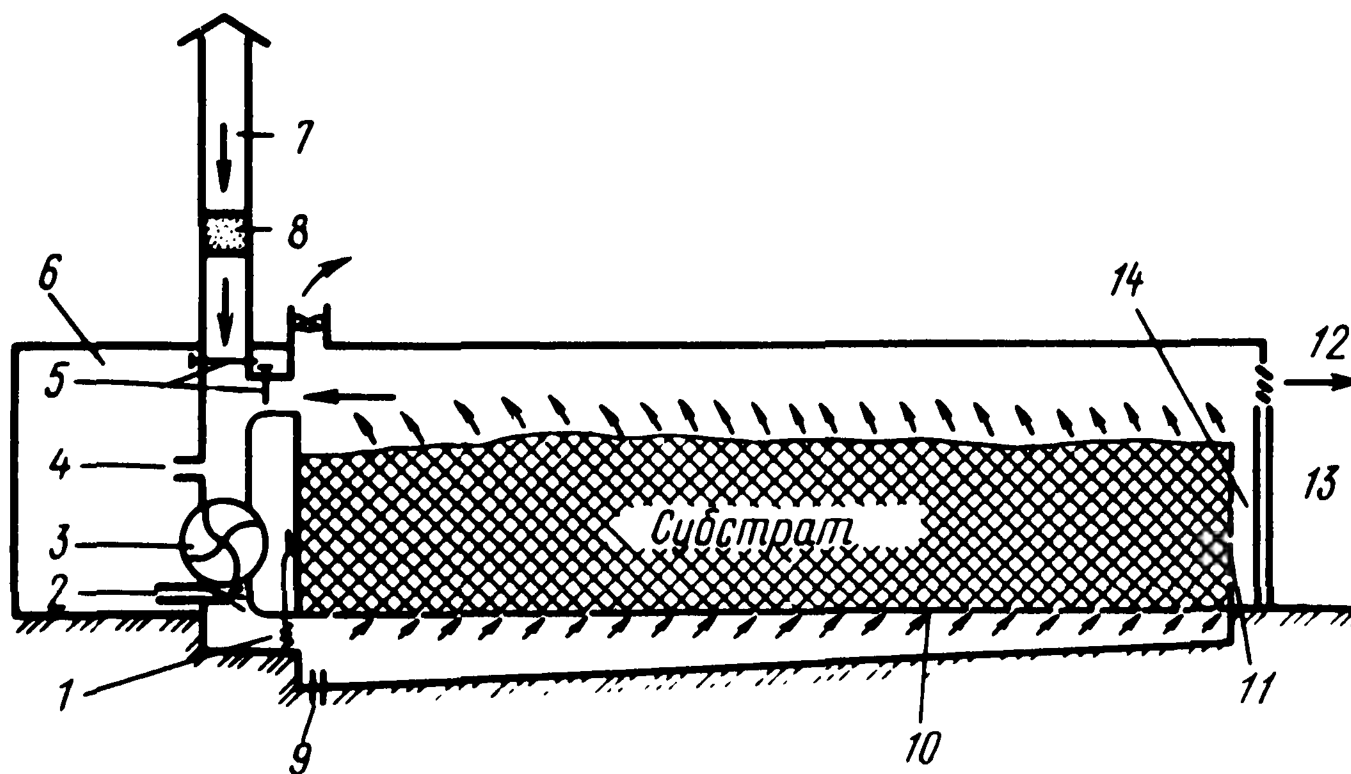


Рис. 37. Схема камеры для термической обработки субстрата в массе (навалом) — продольный разрез:

1 — электронагреватель; *2* — пар; *3* — вентилятор; *4* — резервное отверстие для свежего воздуха; *5* — клапаны; *6* — машинное помещение; *7* — свежий воздух; *8* — воздушный фильтр; *9* — канал; *10* — решетчатый пол; *11* — деревянные доски; *12* — выпускной клапан; *13* — дверь; *14* — воздушное пространство между дверью и субстратом

до 9 кВт обеспечивает разогрев сырого субстрата в камере емкостью 15–25 т.

Дополнительная решетка. Ее оборудуют на расстоянии 40–50 см от пола. Изготавливают решетку из сосновых брусьев или досок. Можно с успехом использовать и бетонные брусья, железобетонные балки и специально изготовленные брусья трапециевидного сечения. Общая площадь отверстий должна составлять 20–25 % площади пола. Чтобы субстрат не падал под решетку, щели должны быть не шире 1,5–2 см. Решетка должна быть достаточно прочной для того, чтобы выдержать массу субстрата и машины, если последние используются для загрузки или выгрузки камеры.

Двери. Двери должны быть герметичными, тепло- и пароизоляционными, облицованными нержавеющей кровельной жестью.

Разборная перегородка между дверью и массой субстрата. С внутренней стороны дверной коробки монтируют два вертикальных паза (П-образное сечение), в которые вставляют деревянные доски. Таким образом, между дверью и массой субстрата образуется перегородка.

Вентиляторы. Необходимы два вентилятора: один – для основной вентиляции мощностью 250 $м^3$/ч на 1 т сырого субстрата и давлением около 100 мм водного столба (по Федеру, 1976) и второй – мощностью 500–1500 $м^3$/ч для обеспечения охраны труда во время загрузки камеры субстратом*.

Воздуховоды. Лучше всего их изготовить из нержавеющей или оцинкованной жести в герметическом исполнении. Снаружи их нужно теплоизолировать стекловатой, пожаробезопасной штукатуркой из стиропора или другого материала.

Воздуховод для подачи свежего воздуха должен быть оборудован противопыльным фильтром и дополнительно биологическим фильтром (диаметр пор 2 мкм). В крайнем случае при каждой обработке субстрата можно готовить новый многослойный противопыльный фильтр из лигнина. С этой целью 6–8 листов лигнина прижимают между двумя сетками, которые натягивают на специальную раму, устанавливаемую в воздуховод.

В воздуховодах монтируют клапаны или задвижки, с помощью которых регулируется приток наружного и рециркуляционного воздуха. Можно использовать и один клапан комбинированного действия.

Шахта вытяжной вентиляции. Располагается в стене камеры противоположно вентиляционной установке и служит для отвода воздуха. При создании в камере избыточного давления, т. е. когда в нее подается и наружный воздух, шахту вытяжной вентиляции можно оборудовать предохранительным клапаном или жалюзийной заслонкой, которая препятствует засасыванию воздуха внутрь камеры.

---

* При загрузке субстрата вручную. – *Прим. ред.*

Дополнительные отверстия. В отдельных местах, например в стене со стороны машинного помещения, на расстоянии 80 см от решетчатого пола делают два отверстия – одно достаточно широкое для отбора проб субстрата, а другое для введения дистанционного термометра. В период термической обработки эти отверстия закрывают большими деревянными заглушками или полимерной пленкой, прижимая резиновым кольцом. Открывают их лишь в случае необходимости.

В самой нижней части пола монтируют приемный трап системы канализации. При термической обработке субстрата отверстие трапа также закрывают деревянной заглушкой с внутренней стороны камеры и открывают лишь для того, чтобы спустить в канализацию конденсационную или грязную воду. Если приемный трап камеры не присоединен к канализационной системе, то его следует соединить с небольшой бетонной емкостью, находящейся вне камеры. Объем емкости должен быть около 300 л или даже меньше.

Машинное помещение. Его размещают непосредственно возле камеры. В нем монтируют вентиляционную установку, а также резервный агрегат. Некоторые грибоводы его называют вентиляционным помещением. Хорошо было бы его стены, пол и потолок обеспечить теплоизоляцией, подобно камере. Это сократит потери тепла субстрата через воздуховоды и вентиляторы. Машинное помещение можно использовать как своеобразную климатическую камеру для нагревания свежего воздуха, если сделать отверстие в приточном воздуховоде (см. рис. 37).

В машинном помещении необходимо поддерживать чистоту, периодически мыть пол, который лучше всего делать бетонным.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ СЫРОГО СУБСТРАТА

Субстрат, подвергаемый термической обработке, должен быть полностью однородным по составу и степени разложения. Он должен иметь темно-коричневый цвет, содержать примерно 70 % влаги, но не меньше 65 % и не более 72 %. Его следует обрабатывать в компостных буртах согласно правилам аэробного компостирования в течение 13–14 дней. Субстрат должен быть "активным", т. е. способным саморазогреваться благодаря протекающей в нем микробиологической ферментации. Из активного субстрата выделяется аммиак. Субстрат, приготовленный механизированным способом, может иметь и слабый запах, характерный для анаэробной ферментации; сильный запах анаэробной ферментации является показателем недостаточно перебродившей массы.

Если грибовод сам готовит субстрат, то он несет и ответственность за его качество. На практике грибоводы загружают субстрат в камеру в день его третьей перебивки (Ранчева, 1978).

Если сырой субстрат добавляют с компостного предприятия, то его

должен сопровождать сертификат о качестве, в который вписывают: дату отправки, тип субстрата, качество исходных материалов, продолжительность первой фазы компостирования, содержание общего азота и влаги (в %). Погрузка субстрата в грузовые автомобили должна осуществляться так, чтобы обеспечивалось его максимальное перемешивание и гомогенизация. Для этого погрузку лучше производить "слоями" в крупногабаритные грузовые машины и прицепы. Фронтальный тракторный погрузчик высыпает ковши с субстратом слоями сначала по длине кузова и затем таким же способом поперек кузова.

Грибовод должен уметь оценивать субстрат по органолептическим показателям, определять степень его зрелости и влажность. Недостаточно влажный субстрат при коротком компостировании необходимо дополнительно увлажнить (в момент его загрузки в камеру). Если этого не сделать, то содержащейся в нем воды может оказаться недостаточно для проведения качественной термической обработки.

В камеру всегда следует загружать однородный (гомогенизированный) субстрат. Грубыми ошибками являются доставка субстрата из двух или более разнородных партий и последовательная загрузка их в камеры, потому что с самого начала обработки создаются неодинаковые условия для ферментации в различных частях массы субстрата.

Если возникает необходимость поставки сырого субстрата из двух партий, то такой субстрат следует предварительно равномерно перемешать.

ЗАГРУЗКА КАМЕРЫ

Независимо от того, использует грибовод субстрат собственного или промышленного изготовления, он должен решить, на какую высоту будет его загружать в камеру. Здесь прежде всего нужно учитывать плотность (объемную массу) субстрата. Например, самый тяжелый, но качественный субстрат имеет плотность 500 кг/м^3, а самый легкий (сильносоломистый и рыхлый) – 300 кг/м^3. В практике принято, чтобы толщина слоя субстрата не превышала 2 м, даже при использовании самого легкого сырого субстрата и особенно при механизированной загрузке камеры.

При применении тяжелого субстрата, особенно при механизированной загрузке камеры, глубина слоя массы должна быть 1,5–1,8 м. На практике этими советами часто пренебрегают и камеры заполняют "до потолка". В результате этого субстрат под влиянием собственной массы сильно уплотняется, ухудшается аэрация, создаются условия для развития вредных плесеней, перегружается вентиляционная система, увеличивается продолжительность термической обработки.

Каждый грибовод должен уметь планировать использование субстрата, чтобы не было ни его избытка, ни дефицита. Поэтому нужно тео-

ретически рассчитать, какое количество субстрата необходимо. Известно, что компостный бурт, приготовленный из мелкой соломы, после каждой перебивки оседает на 20–30 см. Но в камеру субстрат загружают в разрыхленном виде. Следовательно, чтобы вычислить объем разрыхленного субстрата, который будет загружен в камеру, высоту компостного бурта при расчетах следует взять на 20–30 см больше.

Пример. Необходимо загрузить небольшую камеру площадью пола 24 м^2. Размер компостного бурта составляет: ширина 1,8 м, длина 16 м, высота 1,2 м; фактический объем субстрата равен 34,5 м^3. Если высоту бурта увеличить на 20 см, т. е. до 1,4 м, то объем субстрата увеличится до 40,3 м^3.

Высота, которую должна иметь масса субстрата в камере (принимается во внимание любой вид субстрата), вычисляется путем деления объема субстрата на площадь пола (40,3 м^3 : 24 м^2 = 1,63 м).

Если площадь пола камеры равна 20 м^2, то при этом же количестве субстрата высота слоя массы субстрата должна составлять 2 м (40,3 : 20 = 2).

В зависимости от плотности сырой субстрат будет иметь массу 16–20 т.

По технологическим требованиям субстрат в камеру следует загружать равномерно и быстро (в течение одного рабочего дня). При быстрой загрузке субстрат не успевает охладиться, что особенно важно в холодное время, масса субстрата разогревается равномернее, даже при неработающей вентиляционной установке, а также исключается образование анаэробных зон. Доставленный субстрат выгружают на предварительно очищенную и продезинфицированную площадку перед камерой.

Согласно правилам охраны труда включают вентилятор, расположенный напротив дверей, и начинают загрузку вручную – вилами (рис. 38). Субстрат можно загружать и с помощью транспортера, машины для компостирования (см. рис. 31), навозоразбрасывателя или специальной машины (рис. 39 и 40).

Вентилятор должен работать в течение всего времени загрузки субстрата в камеру, чтобы концентрация аммиака в воздухе не превышала норму и не усиливался запах, выделяемый сырым субстратом. Концентрация паров аммиака в воздухе выше 0,1 % вредна для человека, особенно если он ежедневно работает в таких условиях.

Для удобства еще при строительстве камеры на внутренних ее стенах можно нанести горизонтальные линии, указывающие расстояние от напольной решетки (150, 180, 200 см). Загрузку камеры начинают с внутреннего ее конца, всегда до определенной высоты слоя субстрата. Следует иметь в виду, что субстрат под действием собственной массы оседает и через некоторое время он не достигнет установленной линии-указателя. Несмотря на это, нельзя добавлять субстрат сверху, поскольку это нарушит равномерность плотности субстрата. На практике это одна из наиболее частых ошибок, допускаемых начинающими грибоводами, которая обусловливает и другие ошибки. Например, может не хватить субстрата для загрузки камеры. Тогда работники взбираются на рыхлый слой субстрата и начинают вынимать его из внутрен-



Рис. 38. Загрузка вручную небольшой термической камеры

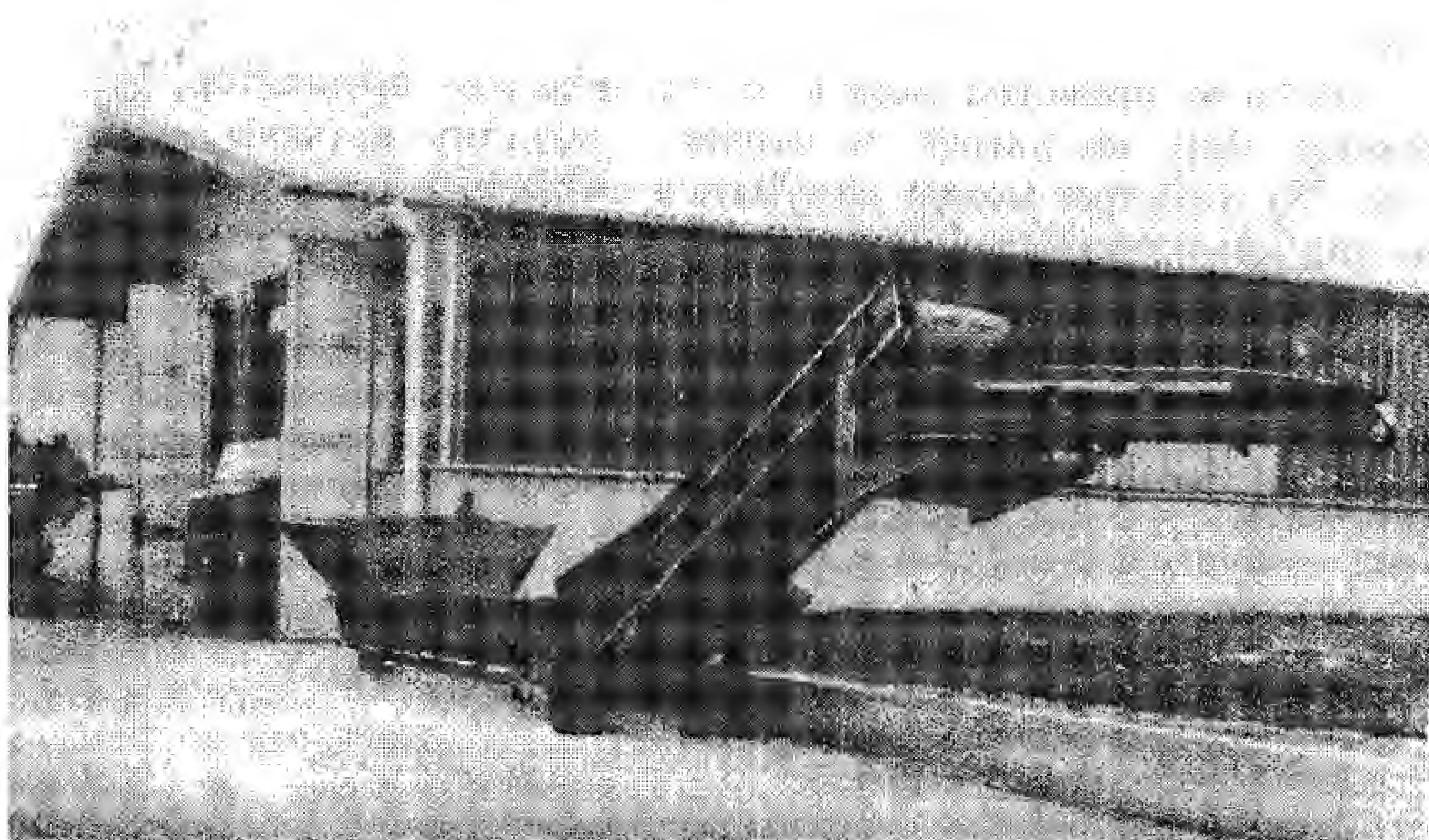


Рис. 39. Транспортерная линия с подвижным головным транспортером

Рис. 40. Самоходная машина с подвижным головным транспортером, оборудованная рыхлящим барабаном (по Локсону)

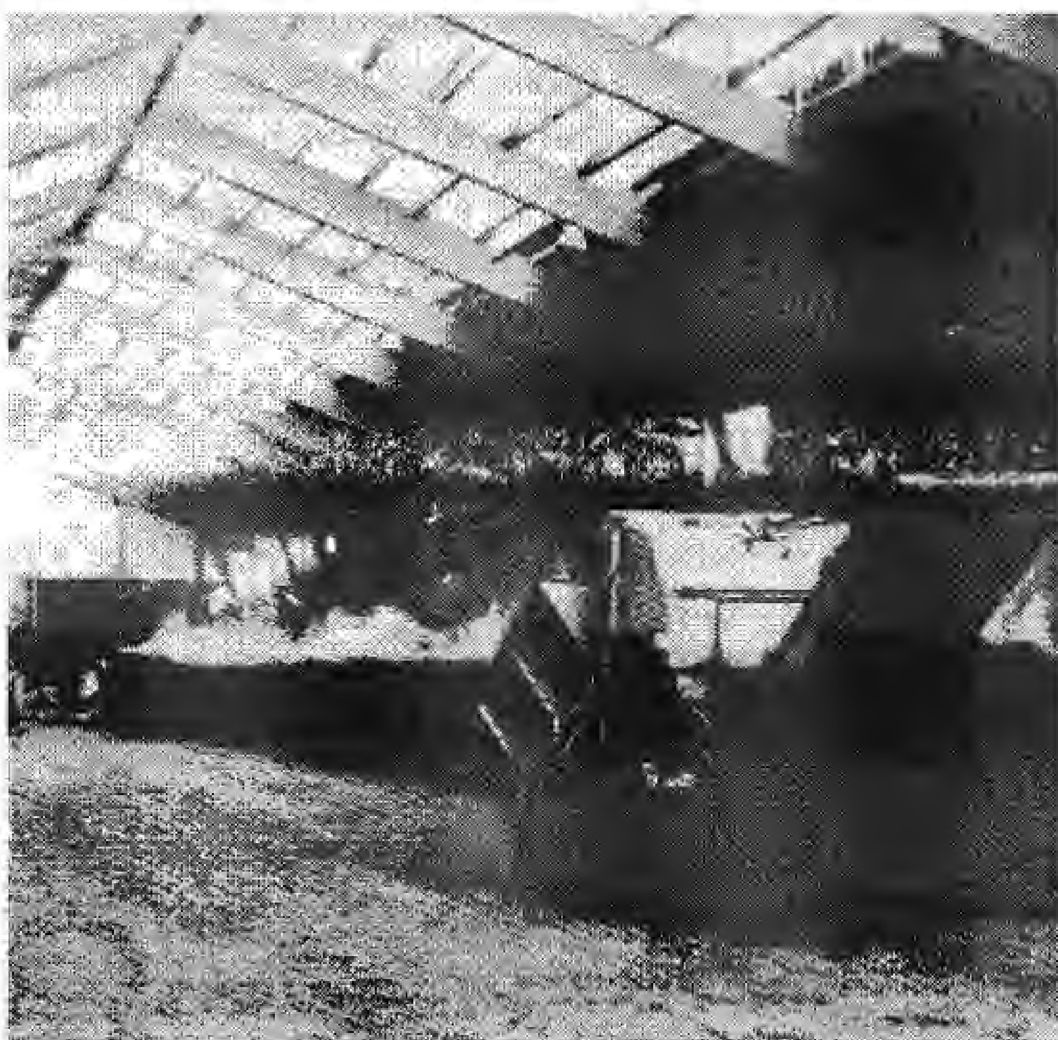




Рис. 41. Деревянная перегородка с внутренней стороны дверей в камере для термической обработки субстрата

ней части камеры; при этом они утаптывают отдельные участки до такой степени, что позже воздух не может проникнуть через них. Это приводит к отделению субстрата от стен камеры и позднее – к свободному проходу нагнетаемого воздуха вдоль стен. Если используют тяжелый (мелкоструктурный и переувлажненный) субстрат, очень важно не допускать перебрасывания субстрата по слою компостной массы, потому что при этом нарушается требование равномерной загрузки. Субстрат следует укладывать так, чтобы он рассеивался в воздухе и падал мелкими частицами под влиянием своей массы. Загрузка камеры аналогична формированию вручную середины компостного бурта. Не допускается уплотнение массы у стен камеры, чтобы не создавать условий для ее "усадки" в середине и отделения от стен.

По завершении загрузки сначала заполняют субстратом углы камеры с двух сторон, после этого устанавливают несколько деревянных досок в металлические пазы и начинают укладывать субстрат за образовавшуюся перегородку. С внутренней стороны двери постепенно поднимается деревянная перегородка на высоту, равную высоте слоя субстрата (рис. 41).

После загрузки камеры дверь плотно закрывают, убирают вентилятор и отверстие герметически закрывают.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СУБСТРАТА

Общие положения

Для правильного компостирования в камере необходимо поддерживать надлежащие параметры микроклимата. Автоматизация этого процесса требует много затрат, поэтому экономически невыгодна для мелкого производства. В этом случае проводятся наблюдения за динамикой процесса термической обработки субстрата.

Равномерность условий в массе субстрата достигается непрерывной работой вентиляционной установки в течение всего периода термической обработки субстрата.

При правильном проектировании и надлежащем строительстве камеры поддерживать технологический режим легко. Технолог следит за динамикой температуры в массе субстрата и регулирует подачу свежего воздуха в вентиляционную установку.

При неправильном проектировании и строительстве камеры необходима значительно более высокая квалификация грибовода, который должен предвидеть "реакции" микрофлоры в субстрате и вовремя принимать меры для обеспечения оптимальных условий для их "жизни" и "работы".

На рисунке 42 приведен график термической обработки субстрата:

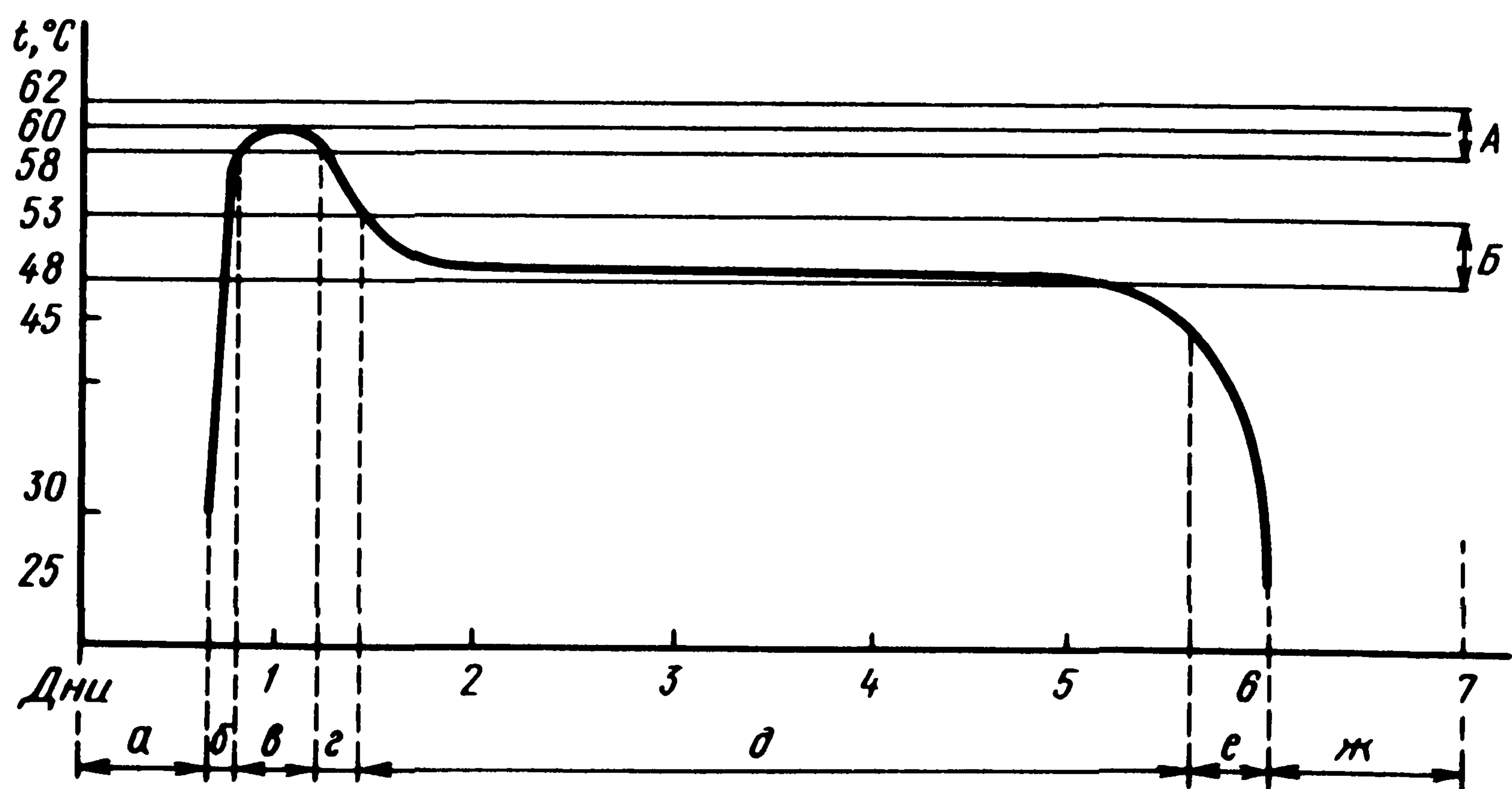


Рис. 42. Примерный 7-дневный график термической обработки субстрата:

а — загрузка камеры; *б* — разогрев субстрата паром; *в* — пастеризация; *г* — постепенное снижение температуры; *д* — контролируемая ферментация (кондиционирование); *е* — быстрое охлаждение; *ж* — выгрузка субстрата; *А* — пределы температуры в период пастеризации; *Б* — пределы температуры в период кондиционирования

разогрев, пастеризация, снижение температуры, ферментация и быстрое охлаждение.

Опыт работы в современных шампиньонницах показал, что если в начале обработки подать пар под давлением 0,2 МПа (2 атм) в количестве 5 кг/ч на 1 т субстрата, то температурный режим соблюдается значительно легче, а термическая обработка протекает быстрее. Однако, как правило, грибовод такую операцию технически провести не может. В этом случае в воздуховод монтируется электронагреватель для нагрева нагнетаемого в камеру воздуха. При этом необходимо помнить, что нагреватель должен получать ток параллельно с двигателем вентилятора. Электропроводка и вращающиеся части (электродвигатель, ремни) должны быть смонтированы с учетом требований техники безопасности.

Очень часто грибоводу приходится рассчитывать только на тепло, которое выделяется при ферментации субстрата, т. е. на саморазогрев субстрата. Здесь очень важно сохранить тепло в камере, снизив до минимума потери теплоты через стены, потолок, пол, двери или воздуховоды. В этом случае вся камера, вентилятор и воздуховоды должны быть очень хорошо утеплены. С другой стороны, теплоизолирующий материал на стенах, потолке или полу должен быть защищен от проникновения в него влаги. Поэтому вся камера должна быть промазана с внутренней стороны водостойкой и термически устойчивой замазкой, которая не дает трещин при нагревании камеры до 60 °С. В качестве замазки можно использовать и такие водонерастворимые материалы, как эпо-

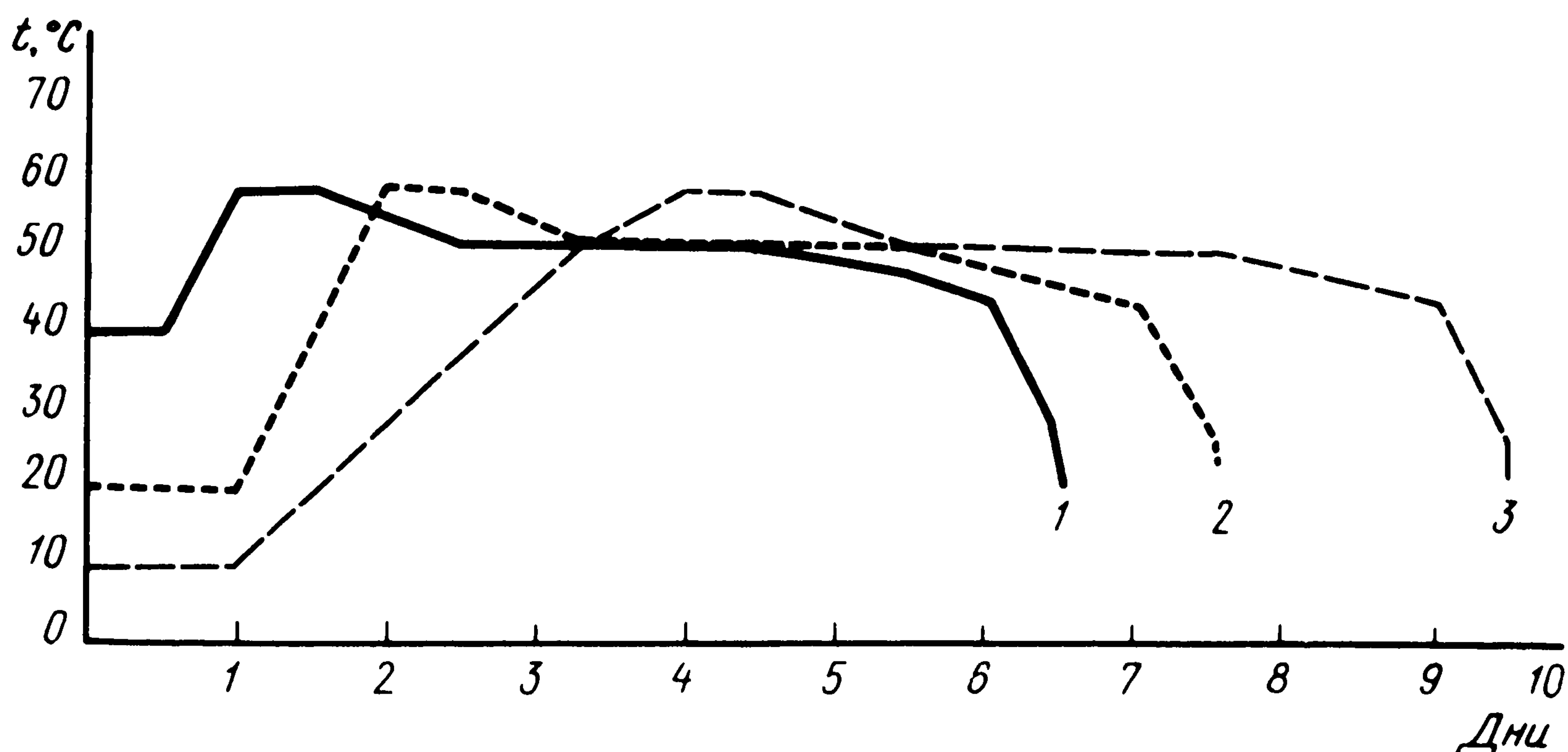


Рис. 43. Влияние исходной температуры субстрата на общую продолжительность термической обработки с помощью саморазогрева:

1 — нормальный (недельный) цикл; *2* — 8-дневный цикл; *3* — удлиненный цикл

ксидная смола, битум с высокой точкой плавления, жидкое стекло, пластический клей типа С 200, пластмасса или хотя бы латексовая краска.

Термическая обработка субстрата может быть завершена за 7–14 дней, а в некоторых случаях – и в течение более продолжительного времени. Кроме качества теплоизоляции, на ее продолжительность влияют состояние субстрата, сезон года, качество вентиляционной установки. Важны также способность грибовода правильно оценивать течение процесса ферментации и навыки работы с вентиляционной установкой. На рисунке 43 представлен график, свидетельствующий о влиянии исходной температуры в субстрате на продолжительность разогрева и на общую продолжительность термического процесса.

Для того чтобы эффективно работать и пользоваться специальной литературой, грибовод должен знать устройство некоторых технических систем. Так, система вентиляции состоит из вентилятора и трех воздуховодов: для свежего воздуха, рециркуляционного и вытяжного. Рециркуляционный воздух высасывается из зоны камеры над слоем субстрата и снова нагнетается обратно в камеру, но уже под субстрат. Воздух, который выходит через выпускное отверстие, называют отработанным воздухом. Сечение выпускного отверстия не должно быть меньше сечения воздуховода для свежего воздуха. Это отверстие обязательно должно быть защищено сеткой, чтобы в камеру не могли попасть грибные мухи, особенно в конце термической обработки.

В термической камере с хорошей теплоизоляцией свежий воздух является единственным охлаждающим фактором, следовательно, он выполняет три функции: а) доставляет кислород, необходимый для ферментации; б) удаляет водяной пар, углекислый газ и некоторые

другие газы, которые образуются как конечные продукты жизнедеятельности микроорганизмов; в) регулирует температуру в массе субстрата.

Доступ свежего воздуха в вентиляционную установку, а из нее в камеру чаще всего регулируется двумя клапанами, вмонтированными в воздуховоды, для свежего и рециркуляционного воздуха. Клапан для рециркуляционного воздуха можно держать постоянно открытым (до охлаждения субстрата). Незначительное количество свежего воздуха, которое необходимо для течения процесса, подается в вентиляционную установку через воздуховод для свежего воздуха. Чтобы отработанный воздух не попадал обратно в камеру, выпускное отверстие располагают в противоположном конце от воздуховода для свежего воздуха.

Целесообразно оборудовать один клапан, который одновременно регулирует количество свежего и рециркуляционного воздуха.

Для сохранения тепловой энергии субстрата без снижения при этом количества подаваемого свежего воздуха, особенно в холодное время года, можно использовать машинное помещение и в качестве термостатной камеры. С помощью небольшого защищенного от грибных мух отверстия в воздуховоде для рециркуляционного воздуха обеспечивают подачу подогретого свежего воздуха (5–10%). В этом случае свежий воздух через специальный воздуховод подают даже в конце термической обработки, т. е. в период охлаждения субстрата.

Грибовод должен вести паспорт (дневник) термических обработок. По каждой партии субстрата необходимо записывать следующие данные: вид субстрата; когда и откуда доставлен; количество и предварительная подготовка (укладка, полив, внесение удобрений, смеши-

Таблица 17. **Примерный дневник о проведении термической обработки субстрата**

I. Данные о субстрате:
1. Поставка сырого субстрата – 20 сентября 198...г.
2. Тип субстрата – универсальный, из с. Доспей.
3. Количество – 25 т.
4. Влагосодержание субстрата – 70 %, содержание общего азота – 2,1 %.
5. Загрузка – с 8 до 18 ч, всего 10 ч.
6. Высота слоя субстрата при загрузке – 200 см.

II. Течение термического процесса:

Дата	Час	Температура, °C			Примечание
20.09	18	42	38	30	Камера закрывается; режим рециркуляции (без доступа свежего воздуха)
	20	38	38	36	+5 % свежего воздуха (или клапан открыт, например, на 2 см)
	22	38	38	38	Подача свежего воздуха прекращается
	24	39	39	39	+5 % свежего воздуха и т. д.

вание, формирование буртов); где и как протекала первая фаза компостирования; качество готового субстрата (определяется на глаз); содержание воды и общего азота; продолжительность загрузки; толщина слоя субстрата и т. д. Вообще следует вести подробный дневник о проведении всего процесса термической обработки субстрата (табл. 17).

Периоды термической обработки

Термическая обработка субстрата продолжается 5–14 дней и включает несколько периодов.

Разогрев субстрата. Если в распоряжении грибовода имеется источник пара, то сразу после загрузки камеры приводят в действие рециркуляционное устройство и пускают пар в нагнетательный воздуховод.

Если камера технически хорошо выполнена, т. е. герметична, то одновременно с паром подают также примерно 5 % свежего воздуха. При этом стремятся, чтобы за 4–6 ч масса субстрата была нагрета до 58–60 °С.

Однако грибоводы часто используют небольшие камеры, в которых температуру воздуха измерить практически нельзя. Поэтому воздушный режим в такой камере регулируется грибоводом при непрерывном наблюдении за температурой в субстрате.

Используют различные термометры. Наиболее удобным является самопишущий дистанционный термометр. Он состоит из часового механизма, писчего пера, кабеля и датчика. Датчик ставят в субстрат во время загрузки камеры. Если такого термометра нет в наличии, используют дистанционный электронный, ртутный (в металлическом корпусе) или биметаллический термометры. В крайнем случае можно приспособить для этой цели лабораторные термометры (см. рис. 21). Ртутный или спиртовой термометр со шкалой до 100 °С помещают в латунную трубку от опрыскивателя с отверстием для шкалы. Наверху устанавливают заостренный наконечник. Трубку ставят в субстрат через отверстие в стене камеры таким образом, чтобы термометр был на расстоянии 50–80 см от стены. В субстрате его выдерживают 5–10 мин. После этого термометр вынимают и быстро снимают его показания. Длину термометра можно увеличить, вмонтировав его в продольный желоб деревянного стержня (см. рис. 21). Не рекомендуется удлиненный термометр оставлять длительное время в субстрате, особенно в первые 1–2 дня термической обработки, так как за это время масса субстрата оседает и уплотняется, в результате чего деревянный стержень заклинивается в отверстии, а термометр чаще всего ломается.

Клапан для свежего воздуха периодически открывают на непродолжительное время. Когда температура в субстрате достигнет 45–46 °С, подачу пара или сухого тепла прекращают, продолжая подавать свежий воздух. Желательно, чтобы в дальнейшем субстрат сам разогревался до

температуры пастеризации. Это свидетельствует о том, что он является достаточно активным.

Если спустя 3 ч температура субстрата остается на уровне 45 °C, то можно снова включить нагреватель, уменьшить приток свежего воздуха или на некоторое время полностью прекратить его подачу.

Если грибовод не располагает источником пара или сухого тепла, то в зависимости от конкретных условий необходимо соблюдать следующие правила:

1. Если сезон теплый, а температура загружаемого в камеру субстрата составляет более 25 °C, то в загруженной и закрытой камере применяют режим рециркуляции в течение 5–6 ч. За этот период температура в субстрате выравнивается и даже повышается на 1–2 °C; в массе субстрата имеется запас кислорода, а процесс ферментации все еще протекает вяло и не образуется большого количества углекислоты. Если отмечается постоянная тенденция к повышению температуры в субстрате, то начинают подавать свежий воздух сначала в количестве 5, а позже 10 % и через каждые полчаса или час снимают показания термометра и записывают их. Если температура снижается, то подачу свежего воздуха прекращают еще на несколько часов, но если она удерживается на одном и том же уровне, и особенно если повышается на 1–2 °C, то подачу свежего воздуха не прекращают, так как он необходим для жизнедеятельности микроорганизмов. В этом смысле воздух "согревает" субстрат, но некоторые недостаточно подготовленные грибоводы не понимают процесса ферментации и переохлаждают субстрат именно в этот момент, замедляя ферментацию и самосогрев субстрата.

2. Если сезон холодный и субстрат во время загрузки охладился до температуры ниже 20 °C, а грибовод не имеет в своем распоряжении нагреватель или камера в каком-либо месте "выпускает воздух" (этот случай следует рассматривать как исключение), то только что загруженную камеру оставляют "в покое", без вентиляции, в течение 8–12 ч. За этот период микроорганизмы используют запас имеющегося кислорода и температура субстрата начинает повышаться. Как только температура превысит 30 °C, включают вентиляционную установку, через 15–30 мин снова снимают показания термометра. Свежий воздух подают даже в том случае, если отмечается постоянная тенденция к повышению температуры в субстрате. С этого момента через каждые 1–3 ч температура субстрата должна повышаться на 1–2 °C. Если этого не происходит, то подачу свежего воздуха вновь прекращают (вероятнее всего, камера недостаточно герметична). В этих условиях большую роль играет умение грибовода соблюдать надлежащие условия микроклимата, например в течение каждого часа можно подавать немного свежего воздуха по 5–10 мин, после чего приток свежего воздуха снова прекратить. В плохо герметизированной камере (опять как исключение) может возникнуть необходимость периодически (на 2–3 ч) выключать вентилятор; считается, что субстрат в недостаточной сте-

пени обеспечен кислородом. Начинающий грибовод должен запомнить, что в период разогрева субстрата никогда не закрывают клапан для рециркулируемого воздуха, так как масса субстрата резко охлаждается и не достигается необходимая температура пастеризации.

Практически в небольших камерах разогрев субстрата продолжается в течение 12–24 ч. Продолжительность этого периода может увеличиться до 2 и даже 3 сут при плохом качестве субстрата, холодной погоде, недостаточной теплоизоляции стен и воздуховодов, недостаточной герметичности камеры, а также продолжительной ее загрузке (в течение 1–2 сут), при плотной укладке субстрата, неправильной эксплуатации вентиляционной установки и т. д.

Продолжительное сохранение температуры в субстрате в этот период около 45 °С при ограниченном доступе свежего воздуха сказывается неблагоприятно. Такая температура и недостаточное количество кислорода стимулируют развитие нежелательных микроорганизмов. При этом ферментация протекает неправильно и субстрат начинает издавать резкий запах (запах перца). Практика показывает, что чем более длительное время в субстрате поддерживается температура около 45 °С, тем раньше и сильнее развиваются желто-зеленые плесени в субстрате в период плодоношения. Поэтому грибовод должен постоянно учитывать факторы, от которых зависит процесс ферментации. Сохранение температуры в субстрате 54–57 °С в течение продолжительного времени также неблагоприятно, так как создаются условия для развития аммонифицирующих бактерий и субстрат перенасыщается аммиаком.

Пастеризация. При достижении в субстрате температуры 58 °С начинается процесс пастеризации. Изменением положения клапанов системы вентиляции следует поддерживать в субстрате температуру 58–60 °С в течение не менее 4 и не более 24 ч. Опыт показывает, что период пастеризации продолжительностью 8–12 ч при температуре 58–60 °С вполне достаточен, чтобы погибли все вредители шампиньонов – нематоды, грибные мухи, клещи, ногохвостки и их яйца, а также значительное число вредных бактерий и плесневых грибов. В то же время сохраняется полезная термофильная микрофлора, которая обусловливает дальнейшую ферментацию субстрата. Оптимальные условия для пастеризации создаются в том случае, если непрерывно подается свежий воздух в количестве 5–10 %. Иногда в остывший или недостаточно активный субстрат свежий воздух можно подавать периодически, например по 5–10 мин через час, и даже подогревать его с помощью калорифера. Если температуру в субстрате нельзя повысить до 60 °С, то пастеризация может протекать при температуре 58 °С в течение не менее 12 ч, а в самом худшем случае – и при температуре 54–58 °С за 12–24 ч. Если температура в субстрате повысилась до 62 °С за 1–2 ч, то общую продолжительность процесса пастеризации следует сократить до 4–6 ч. Доказано, что урожайность шампиньонов снижается,

если температура, при которой проводят пастеризацию, превышает 60 °С. Дефицит свежего воздуха и насыщение массы субстрата диоксидом углерода в период разогрева и особенно в период пастеризации создают условия для развития в период плодоношения некоторых вредных для мицелия шампиньона плесеней – карминной и зеленой плесени (*Chaetomium* spp.).

Перегрев субстрата, т. е. повышение температуры в нем выше 62 °С, прежде всего искусственным способом – с помощью источника тепла, особенно нежелателен. При высокой температуре в субстрате погибает значительная часть полезных микроорганизмов, вследствие чего изменяется течение ферментации и субстрат теряет свою селективность. Начинают размножаться вредные теплолюбивые микроорганизмы, например маслянозеленая плесень (*Chaetomium* spp.), которые подавляют развитие шампиньонного мицелия.

Еще хуже, если разогрев субстрата является следствием аварии в электрической сети или в вентиляционной установке; в этом случае температура в субстрате повышается до 70–72 °С и удерживается на этом уровне в течение нескольких часов (при этой температуре погибают все полезные микроорганизмы), после чего она снижается приблизительно до 45 °С и субстрат, насыщенный аммиаком, теряет свою способность вновь разогреваться. Не помогает даже искусственный подогрев. Такой субстрат выбраковывают. Единственный путь его использования – выгрузить из камеры, перемешать в соотношении 1 : 1 или 1 : 2 со свежим сырым субстратом, после чего снова загрузить в камеру.

Снижение температуры. Установлено, что для правильного протекания ферментации в субстрате необходима температура 48–53 °С. Поэтому после завершения пастеризации следует снизить температуру в субстрате до указанной приблизительно за 7–8 ч. С этой целью клапан для подачи свежего воздуха открывают, наблюдают за температурой и записывают ее через каждый час. Хорошо, если температура снижается в среднем на 1 °С в 1 ч.

В период охлаждения нельзя длительное время поддерживать температуру субстрата около 55–56 °С, так как в нем снова создаются условия для развития аммонифицирующих бактерий. В результате их жизнедеятельности субстрат вновь насыщается аммиаком, pH повышается до 9, что обусловливает увеличение продолжительности термического процесса.

Контролируемая ферментация. После снижения температуры в субстрате до 53 °С грибовод должен отобрать пробу, охладить ее и определить (с помощью органов обоняния) степень выделения аммиака. Температура в субстрате должна составлять 48–53 °С, а лучше всего – 50–51 °С. Ее регулируют положением клапана для подачи свежего воздуха.

В правильно построенной камере нетрудно поддерживать надлежа-

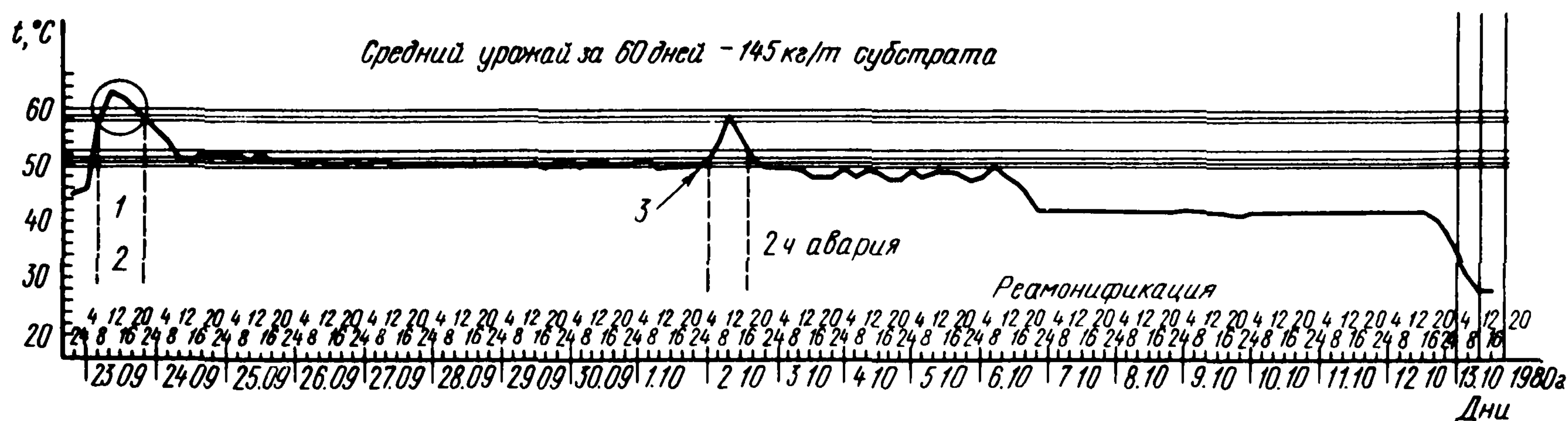


Рис. 44. Удлиненная термическая обработка после неполного удаления аммиака из субстрата в конце контролируемой ферментации (опытная станция по овощеводству в с. Негован возле Софии) :

1 — разогрев в течение 8 ч; *2* — пастеризация в течение 16 ч; *3* — почти готовый субстрат; 22.09 в 20 ч включен нагреватель; 28.09 в 2 ч выключен нагреватель; в 22 ч 45 мин 01.10.1980 г. — авария; в 9 ч 45 мин 12.10.1980 г. — авария устранена

щие параметры температуры. Вместе со свежим воздухом микроорганизмы получают необходимый для их жизнедеятельности кислород, в камере поддерживается повышенное давление, а излишек воздуха из нее отводится через выпускное отверстие, и таким образом не допускается засасывание через него внешнего непрофильтрованного воздуха.

Если при строительстве камеры были допущены ошибки, например она плохо загерметизирована, трудно поддерживать температуру субстрата в оптимальных границах. В этом случае нужно до минимума уменьшить подачу свежего воздуха, так как он может поступать и через щели в воздуховодах. Иногда следует периодически отключать вентиляционную установку, например на 1—3 ч. Таким образом сохраняется тепло в субстрате, но грибовод должен помнить, что он уже допустил много ошибок в технологии и не может рассчитывать на высокий урожай.

При кондиционировании в оптимальных границах может произойти нежелательный саморазогрев субстрата. Например, при повреждении электропроводки в камере или отключении электрического тока на несколько часов температура в субстрате может снова повыситься до 55—56 °C и даже выше. В этом случае вновь начинается реаммонификация, т. е. новая аммонифицирующая ферментация, при которой повышается величина pH и уменьшаются селективные качества субстрата (рис. 44). Чтобы уменьшить эту опасность, грибовод должен поддерживать температуру в субстрате 50 °C, а не 51, 52 и 53 °C. Опыт показывает, что если вентилятор выключить, то температура субстрата чаще всего повышается со скоростью 1 °C/ч. Следовательно, если в массе субстрата поддерживают температуру 50 °C, можно рассчитывать на сохранение нормальных условий приблизительно в течение 3 ч; этого времени чаще всего бывает достаточно для устранения аварии.

Период кондиционирования может продолжаться от 1 до 5–6 сут, а иногда и в течение более длительного времени. В это время в субстрате в значительном количестве размножаются колонии актиномицетов, благодаря которым субстрат приобретает белёсый или серебристый оттенок. Из выпускного отверстия уже выходят газы со сравнительно приятным запахом. В конце периода кондиционирования температура в субстрате начинает снижаться иногда до 48 °С. Начиная с этого момента необходимо более внимательно следить за изменениями запаха как воздуха, так и субстрата.

Содержание свободного аммиака в массе субстрата – определяющий показатель для завершения его термической обработки. Его контролируют тремя способами: органолептически, с помощью универсального бумажного индикатора и лабораторно. В зависимости от концентрации свободного аммиака в субстрате реакция его среды является более или менее щелочной. Сначала величина pH сырого субстрата составляет около 9. Постепенно она снижается и в течение продолжительного времени удерживается около 8. Субстрат считается готовым, если его pH снижается до 7,8 (7–7,5)

Однако бывает, что в субстрате легко поддерживается температура 50 °С, но величина pH быстро снижается даже до 7. Это происходит в том случае, если субстрат содержит большое количество легкодоступных сахаров, необходимых для усвоения аммиачного азота микроорганизмами. Бывают и такие случаи, когда субстрат, как говорят грибоводы, "перенасыщен азотом", т. е. нарушено соотношение между азотом и углеродом в пользу азотсодержащих веществ. Освобождение субстрата от аммиака происходит медленно из-за недостатка легкодоступных сахаров, являющихся источником энергии для микроорганизмов, принимающих участие в компостировании. Иногда, несмотря на все усилия, температура в массе субстрата снижается до 48 °С, достигает 45 °С, а субстрат все еще содержит свободный аммиак, pH его составляет около 8. Грибоводу ничего другого не остается, как хорошо проветрить массу субстрата и снизить его температуру до 42 °С, поддерживая ее на таком уровне в течение нескольких суток при непрерывной подаче свежего воздуха (5–10 %), до полного исчезновения свободного аммиака и снижения pH ниже 8. Поддерживать в массе субстрата температуру 42 °С можно с помощью нагревателя. Однако следует иметь в виду, что термическая обработка субстрата происходит при этом не самым лучшим образом.

Определение свободного аммиака в субстрате. Наличие свободного аммиака можно определить органолептически в рециркуляционном воздухе или в пробе субстрата. Пробу субстрата сначала охлаждают на воздухе, затем определяют в ней наличие аммиака.

Из-за ненадежности такого метода лучше использовать универсальный бумажный индикатор. Для этого кусочек бумажной ленты индикатора погружают в дистиллированную воду и затем через отверстие вво-

дят его в комбинированный воздуховод (в машинном помещении), при этом клапан для подачи свежего воздуха закрывают.

Приблизительно через полминуты окраску индикатора сравнивают с цветовой шкалой, нанесенной на коробке с индикаторами. Имеются также бумажные индикаторы с гаммой различных цветов на каждом отрезке ленты.

Однако и эта проба может оказаться ненадежной, особенно если субстрат при загрузке уложен неравномерно. Если один конец камеры загружен субстратом более плотно, то он получает меньше воздуха и в этом месте может быть более высокая концентрация аммиака, в то время как остальная часть массы субстрата готова; если где-либо в массе субстрата имеется 1 или 2 м^3 более сырой массы, то может произойти такое же явление. Эти небольшие количества субстрата (pH 8 или 8,2) при выгрузке следует равномерно перемешивать с остальной массой, чтобы они не могли неблагоприятно отразиться в дальнейшем на разрастании мицелия. Определить готовность субстрата можно по кислотности среды (pH) в пробе. Через выпускное отверстие, отверстие для снятия показаний температуры или через открытую дверь из субстрата отбирают пробу массой примерно 0,5–1,0 кг. Ее тщательно перемешивают, отбирают среднюю пробу массой около 50 или 100 г, помещают в чистый стеклянный или фарфоровый сосуд, затем добавляют 100 или 200 см^3 дистиллированной воды. Суспензию выдерживают приблизительно в течение 1 ч, при этом ее несколько раз перемешивают. После оседания твердых частиц в раствор погружают полоски бумажного индикатора и по шкале определяют pH. Если раствор очень мутный, то его фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

Лабораторным путем pH определяют с помощью специального прибора – pH-метра. Пробу доставляют в лабораторию обязательно в плотно закрытом сосуде или туго завязанном мешочке из полимерной пленки.

Субстрат считается готовым, если в нем содержится менее 0,0024 % аммиака.

Охлаждение субстрата. Это последний этап термической обработки. К нему приступают, если субстрат не имеет запаха аммиака и величина pH составляет 7–7,8. Поскольку последний показатель является основным, охлаждать субстрат можно независимо от его температуры. Чаще всего завершению термической обработки предшествует естественное снижение температуры в субстрате до 48 °C и ниже. Обычно субстрат охлаждают в ночное, более холодное время суток. Для этого клапан для подачи рециркуляционного воздуха закрывают, а клапан для подачи свежего холодного воздуха полностью открывают. Вентиляция массы субстрата свежим воздухом независимо от сезона года позволяет за 3–4 ч охладить субстрат до температуры ниже 30 °C. Исключения свидетельствуют о недостатках в вентиляционной установке. При температуре от 25 до 30 °C субстрат можно выдерживать в камере

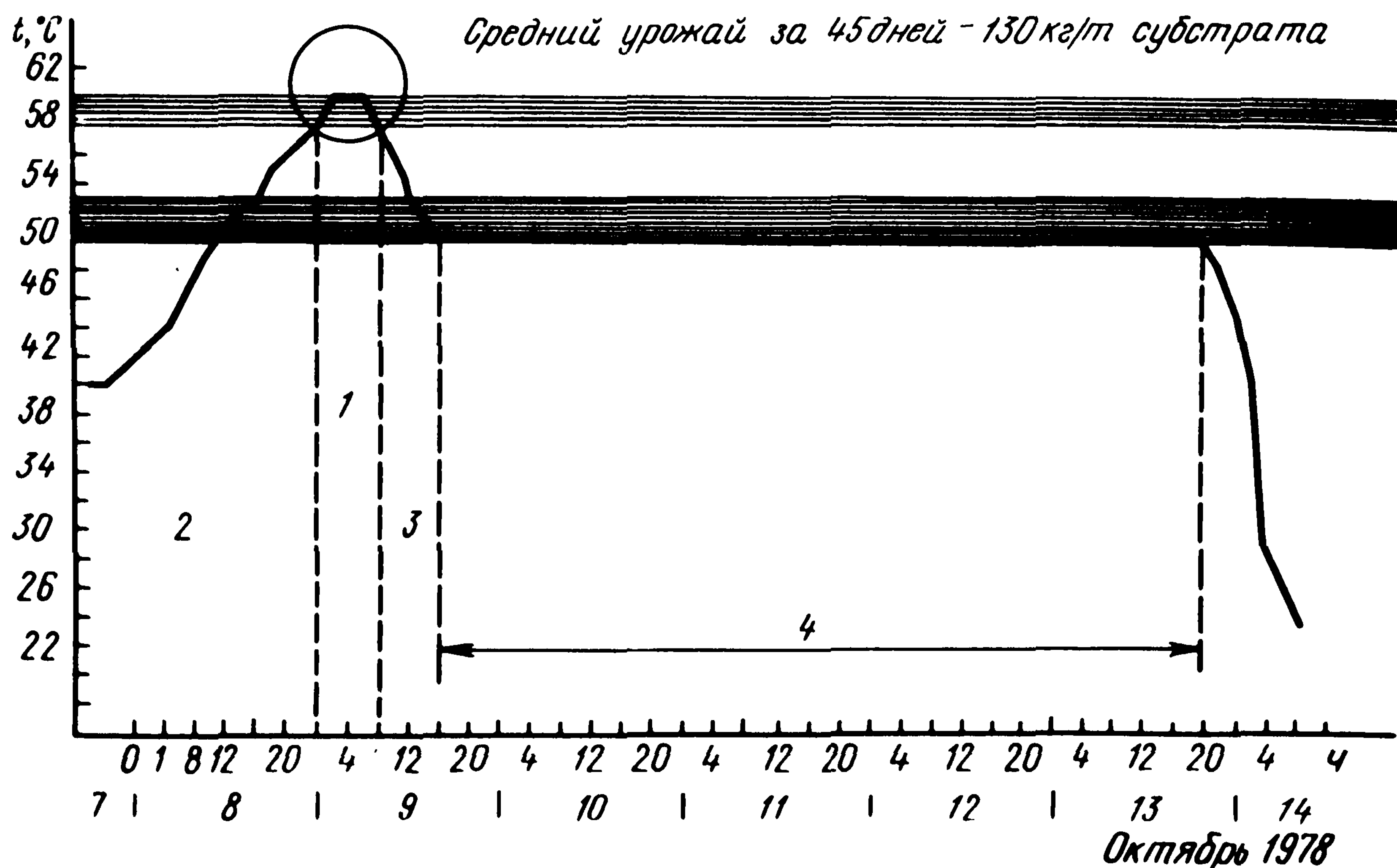


Рис. 45. Термическая обработка партии классического субстрата:

1 — пастеризация в течение 8 ч; *2* — самосогрев в течение 30 ч + электронагреватель (2 тыс. Вт); *3* — постепенное охлаждение в течение 8 ч; *4* — контролируемая ферментация в течение 100 ч (4 сут)

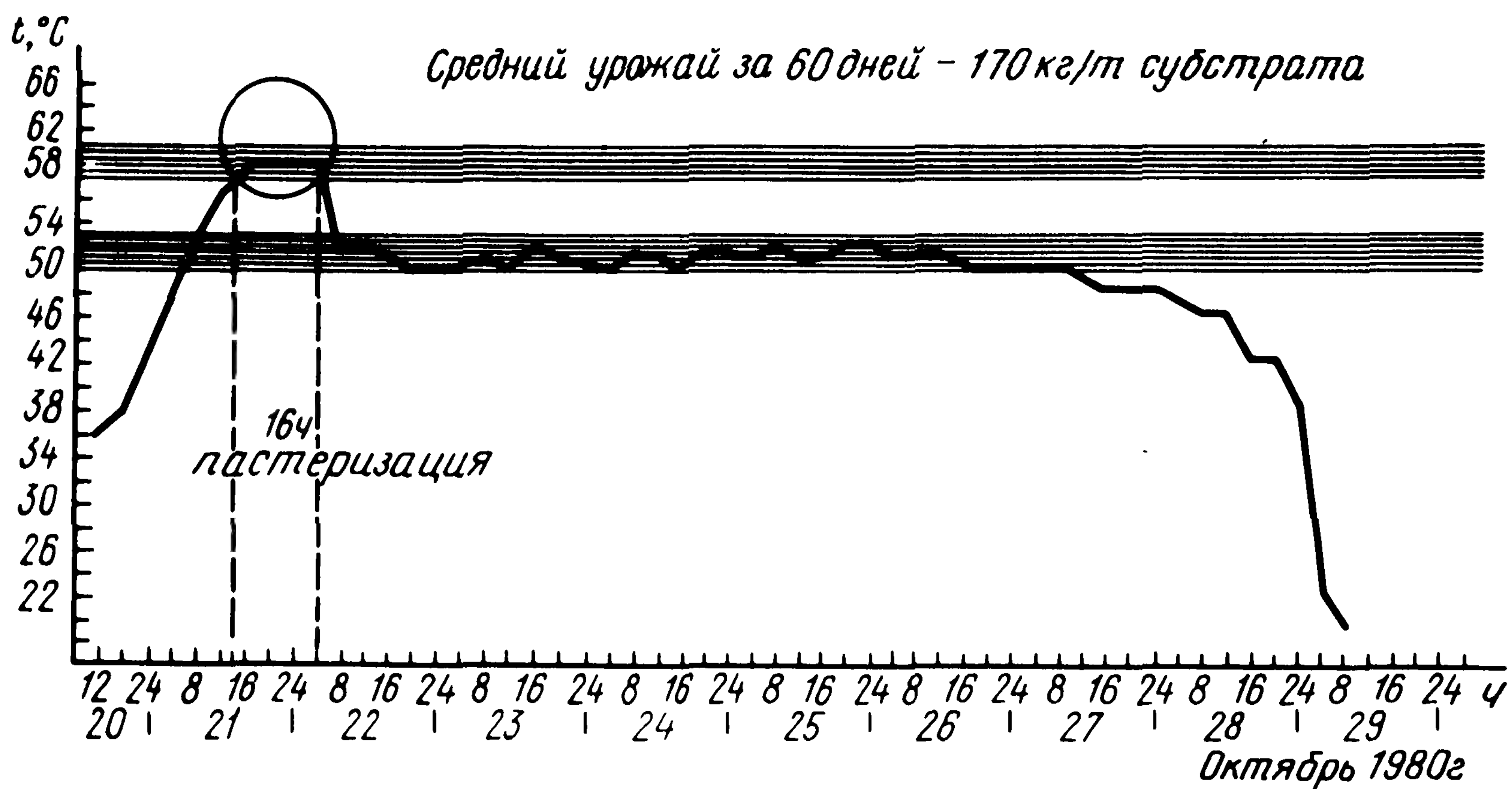


Рис. 46. Термическая обработка партии субстрата на основе соломы (опытная станция по овощеводству в с. Негован возле Софии):

20.10.1980 г. в 16 ч включен нагреватель; 21.10.1980 г. в 8 ч выключен нагреватель

еще в течение 24 ч, если по каким-либо причинам задерживается посадка мицелия. Низкая температура в субстрате поддерживается периодической вентиляцией холодным свежим воздухом. Опасность повторного сильного разогрева незначительна, так как субстрат уже потерял активность. Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности образуют в субстрате ту биомассу, которая обусловливает формирование будущего урожая шампиньонов.

На рисунках 45 и 46 представлены графики термической обработки различных типов субстрата.

Оценка готового субстрата

К концу термической обработки масса субстрата оседает и ее высота, равная 2 м после загрузки камеры, уменьшается до 1,5–1,2 м. На поверхности, а также вдоль стен можно наблюдать слегка увлажненный субстрат толщиной в несколько сантиметров. Непосредственно на решетке отмечается слой толщиной около 10 см. Иногда наблюдаются мокрые "дымовые трубы", пронизывающие массу субстрата. Субстрат всегда бывает более рыхлым в верхней части слоя и легко вынимается вилами, а в нижней части – довольно плотным. Чем толще был слой субстрата и чем продолжительнее была термическая обработка, тем плотнее бывает масса субстрата в конце этой обработки. Разная плотность субстрата может отмечаться и по длине камеры.

Выгружая субстрат из камеры, грибовод может убедиться, что конденсация является следствием недостаточной теплоизоляции камеры.

Мокрые "дымовые трубы" свидетельствуют о том, что субстрат в камеру был уложен неравномерно, особенно при механизированной укладке, или исполнитель выполнил работу недобросовестно.

Различия в плотности массы субстрата по длине камеры указывают не только на некачественное выполнение работы по загрузке субстрата, но и на неправильный режим вентиляции. Если в ходе термической обработки субстрата не соблюдался равномерный технологический режим, качество субстрата в отдельных местах будет различаться. Так, плотные участки образуются при недостаточном поступлении воздуха. Возможно, в этих участках имел место как перегрев свыше 62 °С, так и превышение концентрации диоксида углерода. В этих условиях в субстрате развивается зеленая плесень (*Chaetomium* spp.), являющаяся сильным конкурентом мицелия шампиньона, или карминная плесень.

Субстрат после термической обработки на стеллажах, в ящиках или в массе должен отвечать следующим требованиям: содержание свободного аммиака в нем должно составлять в массе сырой пробы не более 0,0024 % (pH около 7–7,8); он должен быть однородным по структуре и содержанию воды; должен иметь серовато-коричневый

цвет, быть мягким на ощупь и не пачкать ладоней при сжатии в руке; его влагосодержание должно составлять 62–68 %.

Опыт показывает, что при выращивании шампиньонов в мешках из полимерной пленки лучше использовать сухой субстрат (влагосодержание 62–65 %).

Влагосодержание в готовом субстрате можно определить органолептически или в лабораторных условиях.

Грибоводы чаще всего определяют влажность субстрата "на глаз", поднимая вилами и оценивая его тяжесть, или "на ощупь". Если субстрат, сжатый в пригоршне, увлажняет руки, но при этом вода из него не выделяется, то его влажность составляет примерно 63 % и ниже. Если, хотя и при значительном усилии, из пробы субстрата, сжатой в руке, выделяется жидкость, то содержание воды в нем составляет около 65 %; если потечет струйка жидкости, то влажность субстрата около 70 % или выше. Выделяемая жидкость может быть немного окрашенной, но должна быть прозрачной, что свидетельствует о правильном приготовлении субстрата.

В лабораторных условиях влажность субстрата определяют высушиванием средней пробы в специальном шкафу при температуре 105 °C до постоянной массы. Из массы влажной пробы вычитают массу высушенной пробы. Полученная разница представляет содержание воды в пробе. Целесообразнее брать пробу субстрата массой 100 г. В этом случае содержание воды определяют в процентах.

Пример: проба субстрата (100 г) после сушки имела массу 35 г. Следовательно, субстрат содержал 65 г воды, или его влагосодержание составляло 65 %.

Если используют пробу субстрата массой 50 г, то, для того чтобы определить содержание воды в процентах, полученный результат в граммах умножают на 2.

Пример: проба субстрата (50 г) после сушки весит 17 г. Следовательно, субстрат содержит 34 г воды, или его влагосодержание составляет 68 % (34 × 2).

В домашних условиях можно пробу субстрата сушить лампой. Этот метод был разработан в Голландии (Федер, 1974). Грибоводу достаточно иметь в своем распоряжении амальгированную со стороны цоколя электрическую лампу мощностью 250 Вт, жестяную консервную банку диаметром 15 см и высотой 15 см и весы. Лампу монтируют на расстоянии 5–6 см от верхнего ребра банки (см. рис. 18).

Перед выполнением работы жестяную банку в течение 15–20 мин сушат под лампой и взвешивают. Пробу субстрата (например, 500 г) измельчают и отбирают из нее среднюю пробу, которая при взвешивании непосредственно в банке должна иметь массу ровно 20 г. Пробу в рыхлом состоянии укладывают в банку и сушат до постоянной массы. Первое взвешивание проводят через 3 ч после начала сушки, затем 2–3 раза взвешивают с интервалом 15 мин; результаты каждого взвешивания записывают. Содержание воды определяют как разницу между массой влажного и высушенного субстрата.

Пример: берется проба субстрата массой 20 г; его постоянная масса после сушки равна 8 г, содержание воды определяют следующим образом: 20 – 8 = 12 г, а влагосодержание 12 × 5 = 60 %.

В хорошо обработанной партии субстрата наблюдается равномерное увлажнение соломинок как следствие развития термофильных актиномицетов. Субстрат имеет коричневую окраску с серебристым оттенком. Если субстрат имеет чрезмерно "белую" окраску (он словно

посыпан сероватой мукой), то это свидетельствует о повышенном содержании азота. Продолжительность термической обработки такого субстрата составляет более 10–12 дней, отмечаются значительные потери сухого вещества субстрата.

"Черная" окраска готового субстрата наблюдается в том случае, если камеру загружали переувлажненным субстратом или при неправильном осуществлении первой фазы ферментации.

Готовый субстрат бывает и светлым при загрузке в камеру соломенного субстрата в переувлажненном состоянии (содержание воды более 70 %).

Готовый субстрат не должен иметь даже самого слабого запаха аммиака.

Правильно приготовленный субстрат – отличная селективная питательная среда, пригодная для развития культивируемых шампиньонов и непригодная для их конкурентов.

Выход субстрата

После термической обработки содержание влаги в субстрате снижается примерно на 7 %, а общие потери массы варьируют от 25 до 35 %. Эти данные рассчитаны при использовании субстрата, содержащего 65 % воды.

Готовым субстратом можно наполнять стеллажи и ящики или мешки из полимерной пленки. В зависимости от применяемых емкостей и влажности субстрата его можно использовать непосредственно или после дополнительного увлажнения.

Доувлажнение субстрата проводят осторожно, особенно если им предстоит наполнять стеллажи или ящики. Если же субстрат загружают в мешки из полимерной пленки, дополнительно увлажнять его следует только в крайнем случае (при влажности субстрата ниже 60 %). Несмотря на то что субстрат подвергался пастеризации, дополнительное его увлажнение создает условия для развития в нем нематод, поэтому доувлажнения, если это возможно, следует избегать.

ВЫРАЩИВАНИЕ ШАМПИНЬОНОВ В МЕШКАХ ИЗ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ

МЕШКИ ИЗ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ

За последнее десятилетие хорошо зарекомендовали себя как наиболее удобные емкости для выращивания шампиньонов мешки из полимерной пленки, позволяющие интенсифицировать производство шампиньонов. Такие мешки широко используются для выращивания грибов в подземных шампиньонницах во Франции, Венгрии и других

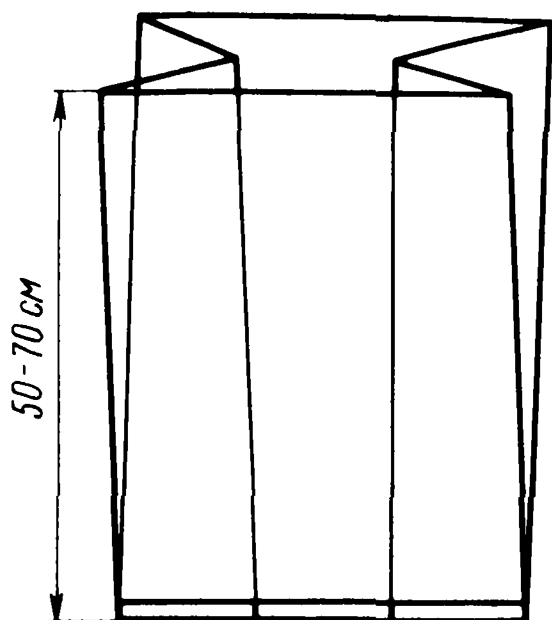


Рис. 47. Мешок из полимерной пленки со складками:

окружность 125 см при диаметре 40 см; окружность 157 см при диаметре 50 см

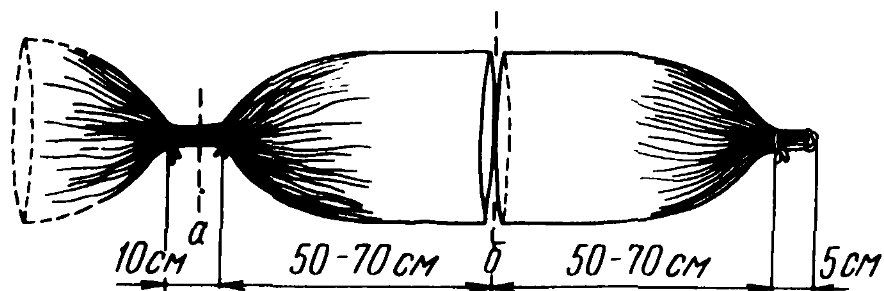


Рис. 48. Изготовление мешка путем связывания кусков рукава из полимерной пленки

странах. Опыт показывает, что мешки из полимерной пленки удобно использовать для выращивания шампиньонов и в личных хозяйствах.

Мешки изготавливаются из прозрачной полимерной пленки толщиной 0,12 мм.

В некоторых странах, например во Франции, в подземных шампиньонницах используют мешки емкостью 35 кг. В личном хозяйстве целесообразно применять мешки емкостью 20–25 кг (авторы рекомендуют 10–15 кг). Высота пустого мешка может быть 50–70 см. Ее выбор зависит от толщины слоя субстрата, закладываемого в мешок. Диаметр мешка может составлять 40–50 см. На рисунке 47 представлен эскиз мешка со сборками. Такие мешки изготавливают на фабриках.

Изготовление мешков из полимерной пленки. Если нет готовых мешков, грибовод может изготовить их сам. Например, из рукава полимерной пленки можно изготавливать мешки двумя способами – путем завязывания и путем сваривания. Рукав разрезают на куски соответствующей длины, и один край их завязывают медной или отожженной проволокой (рис. 48) или сваривают специальным устройством.

В домашних условиях мешки можно "сварить" с помощью утюга, ручного паяльника или керосиновой лампы. При сваривании мешков утюгом или паяльником используют изоляционное полотно, которое накладывают на место "сварки". Для более быстрого охлаждения и отделения рубца на полотно кладут мокрое полотенце. При сварке пламенем керосиновой лампы отрезанный конец рукава зажимают между двумя кусками металлического уголка. После этого быстрым движением пламени проводят по пленке, которая выступает между уголками.

В крайнем случае мешки можно и сшить на обычной швейной машине. Применять такие мешки в принципе нежелательно, поскольку через отверстия на шве просачивается конденсационная вода, и при хранении мешков на полу мицелий попадает на пол.



Рис. 49. Мешок, изготовленный путем склеивания куска рукава из полимерной пленки

Для экономии можно использовать тщательно вымытые мешки из-под минеральных удобрений.

Запрещается повторное использование мешков из полимерной пленки, так как нельзя рассчитывать на их надлежащую очистку и дезинфекцию.

Мешки без сборок, сваренные или сшитые, после наполнения субстратом, особенно тонким слоем, приобретают неправильную форму (рис. 49). Поэтому грибоводы предпочитают изготавливать мешки сами.

При выборе размера мешков грибовод должен учитывать удобство выполнения работ в шампиньоннице. Например, если мешки расставляют на готовые стеллажи, то диаметр их должен быть таким, чтобы наиболее эффективно использовалась имеющаяся площадь стеллажей. Мешки диаметром 40 см можно ставить в ряд по 4 шт. по ширине стеллажа, а мешки диаметром 50 см – только по 3 мешка в ряд, особенно в наземной шампиньоннице.

Расстановка мешков в шампиньоннице. В грибоводстве приняты следующие термины, связанные с планированием и организацией работы в шампиньоннице:

– инвентарная площадь, или площадь пола в шампиньоннице, – это освещенная площадь пола, выраженная, например, в квадратных метрах;

– полезная площадь – это та часть инвентарной площади, которую занимают стеллажи, ящики и т. д.; остальную площадь занимают рабочие проходы;

– производственная площадь – это занятая субстратами площадь, с которой собирают урожай; в многоярусных стеллажных шампиньонницах ее определяют умножением полезной площади на число ярусов в стеллажах; аналогично вычисляют производственную площадь и при выращивании шампиньонов в ящиках*.

---

* В нашей стране понятия "полезная и производственная площадь" идентичны. – *Прим. ред.*

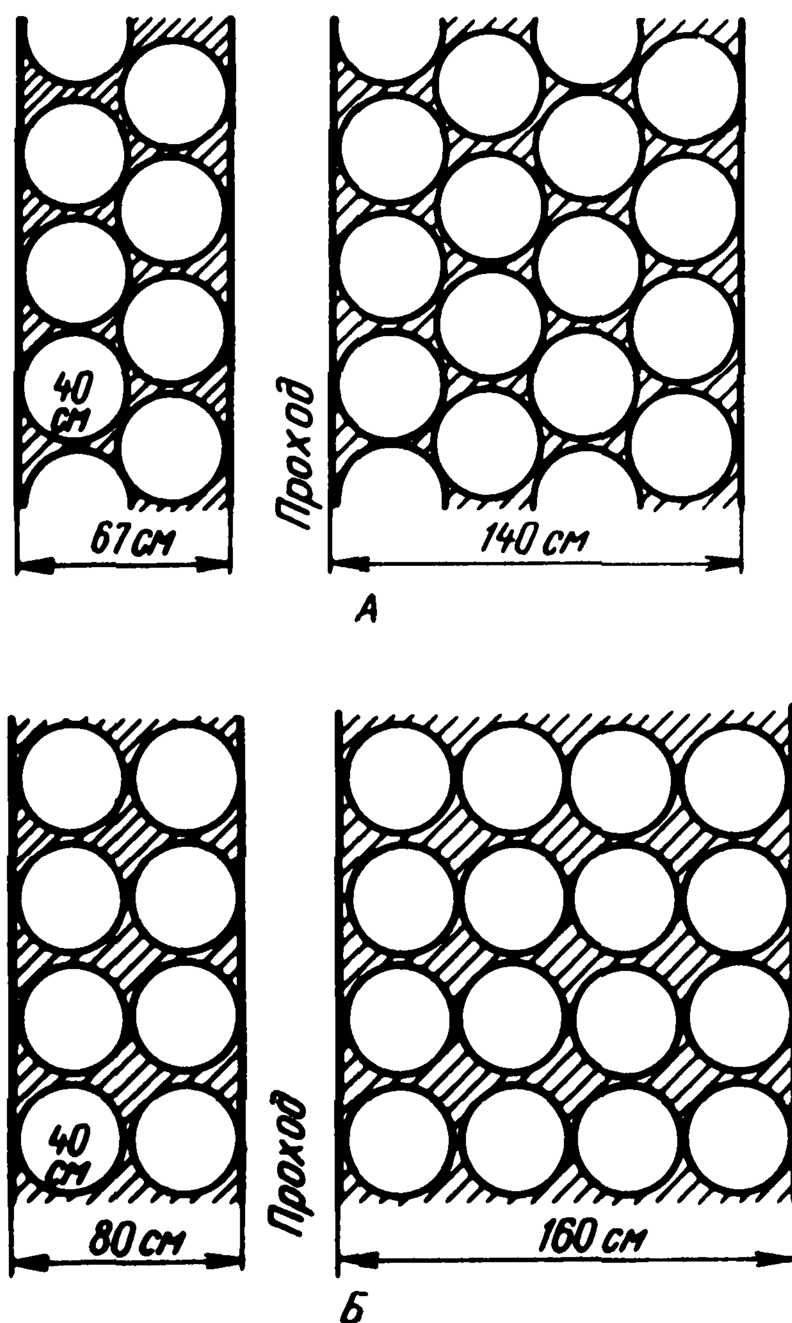


Рис. 50. Схема расстановки мешков из полимерной пленки на одинарных и двойных стеллажах:

А – в шахматном порядке; *Б* – параллельно

Например, в трехъярусной стеллажной шампиньоннице инвентарная площадь составляет 100 м^2, полезная – 50 м^2, а производственная площадь – 150 м^2. В шампиньоннице с напольными грядами полезная площадь совпадает с производственной.

В связи с использованием мешков из полимерной пленки в качестве производственных емкостей был введен еще один термин – "абсолютная производственная площадь", т. е. площадь, которая непосредственно занята субстратом. Это принято потому, что при размещении мешков на полу или стеллажах между ними остается неиспользованная площадь.

Применяются два способа расстановки мешков – шахматный и параллельный (рис. 50). Если мешки имеют диаметр 40 см, то при их установке шахматным способом теряется около 9 % производственной площади, а при параллельном – примерно 20 %. Потери площади можно компенсировать использованием более глубоких мешков, т. е. загрузкой большого количества субстрата в расчете на 1 м^2 полезной площади. Тогда образовавшееся между мешками пространство становится даже необходимым, так как циркулирующий между ними воздух способствует охлаждению субстрата.

МИЦЕЛИЙ

Зерновой мицелий. В современном грибоводстве используется преимущественно зерновой мицелий, выращенный в специализированных лабораториях. Мицелий, выращенный на конском навозе, который широко использовался в прошлом, почти не пользуется спросом у грибоводов. Болгарский опыт показывает, что даже при выращивании шампиньонов по примитивной технологии зерновой мицелий, посаженный гнездовым способом, по своим качествам равноценен навозному мицелию или даже превосходит последний: его сравнительно легко вы-

ращивать на стандартном материале – зерне, что позволяет механизировать посадку мицелия в субстрат. В качестве материала –носителя мицелия – используется специально подготовленное и стерилизованное зерно пшеницы, ржи, проса и других культур. Мицелий производят в стеклянных или пластмассовых бутылках, стеклянных банках или же в специальных мешочках из полимерной пленки. В Болгарии для этих целей преимущественно используют пластмассовые бутылки, а субстрат выращивают на зерне ржи. Мицелий продают в закрытой упаковке, что обеспечивает стерильность посадочного материала.

Мицелий как посадочный материал может быть лишь одного качества – отличного. Не допускается никакого постороннего его окрашивания, в нем не должно быть мокрых и уплотненных участков, пятен с неохваченными гифами зерен, пятен густого молочно-белого мицелия, мицелий должен иметь типичный запах. Если мицелий производят в бутылках (закрывают ватными пробками), то наличие 10–20 сухих зерен в горлышке бутылки не является признаком плохого качества мицелия; эти зерна высохли еще до того, как гифы успели их охватить.

В производственной лаборатории готовый мицелий хранят в холодильнике при температуре 2 ± 1 °С. При транспортировке мицелия в теплое время года в упаковке образуется конденсат от водяных паров. Это обусловливает вторичную (спиртовую) ферментацию в емкостях с зерновым мицелием. В результате погибают гифы мицелия. При вскрытии такой упаковки чувствуется запах спирта. Такой мицелий считают непригодным для использования, так как он нежизнеспособен. Если такой мицелий вынуть из упаковки, то можно заметить, что на зернах и гифах начинают развиваться различные плесени, чаще всего зеленый пенициллин и бактерии. Зерна, разбросанные по субстрату, "зеленеют". Это – наиболее верный признак, по которому грибовод определяет, что мицелий погиб. Живой мицелий обладает собственными защитными свойствами против конкурентов. Например, при попадании мицелия в недостаточно селективный субстрат его развитие может замедлиться на один-два или более дней, но он не погибает. Зерно остается белым, густо обвитым гифами.

Доставка посадочного материала. Чтобы избежать порчи посадочного материала, крупные предприятия по выращиванию шампиньонов перевозят его в рефрижераторах и хранят в холодильниках при таком же режиме.

За сутки до посадки мицелий вынимают из холодильника и выдерживают в специальном помещении, постепенно повышая его температуру до 10 °С. После этого его сразу отправляют в производственный цех.

Грибоводы получают мицелий или непосредственно из лаборатории, или со склада. Мицелий должен быть упакован в большие коробки из гофрированного картона и иметь температуру 10 °С. На каждую партию мицелия составляется сертификат о качестве, в котором должны быть

указаны предприятие-производитель, склад-отправитель, вид продукта, штамм, дата выпуска, т. е. дата помещения его в холодильник лаборатории.

Зерновой мицелий доставляют за 24–28 ч до выгрузки субстрата из термической камеры. Не рекомендуется высаживать холодный мицелий в субстрат, температура которого превышает 25 °C, поскольку посадочный материал получает тепловой шок, вследствие чего зерна оголяются, а бо́льшая часть свежеразорванных и поврежденных гиф погибает. Это приводит к уменьшению посадочной нормы, а с другой стороны, на оголенных зернах создаются условия для развития плесени.

Подготовка мицелия к посадке. Опыт показывает, что посадочный материал должен быть подготовлен до его посадки. Возможны два способа:

1. Если мицелий доставлен за 24 ч до посадки, то коробки открывают и емкости ставят в ряд одну за другой в чистом помещении, в котором поддерживается комнатная температура. На следующий день мицелий, температура которого доведена до комнатной, вынимают из упаковок, размельчают руками (не растирая между ладонями) и переносят в чистые емкости на место, где мицелий будут высаживать.

2. Мицелий сразу же после получения размельчают в чистой посуде, например в тазике, противне или мешках из полимерной пленки, на слои толщиной около 10 см.

Во избежание оголения зерен и чрезмерного повреждения гиф зерна нельзя сильно тереть пальцами или ладонями рук. Посуду с мицелием перед его посадкой оставляют на 24 ч в чистом помещении при комнатной температуре (с установленными на окнах сетками против грибных мух). В этих условиях при обильном доступе воздуха "раны" на гифах "заживают", а "вытекшие" из разорванных гифов вещества подсыхают или используются гифами для питания. Подготовленный таким образом мицелий более устойчив к неблагоприятным условиям в субстрате. В момент посадки он выделяет сильный грибной запах.

Если в процессе такой подготовки посадочный материал имеет нетипичный цвет мицелия от плесени или он издает нетипичный запах, его удаляют и в дальнейшем не используют. Недопустимо "оперировать" мицелий из зараженной упаковки, т. е. необходимо мицелий, окрашенный спорами какой-либо плесени в зеленый, красный или другой цвет, выбросить, а оставшийся мицелий использовать в качестве посадочного материала. Споры являются конечным этапом цикла развития каждой плесени, а мицелий плесени чаще всего не отличается от мицелия шампиньона. Поэтому даже после "операции" остаток мицелия в упаковке является инфицированным. Мицелий из упаковок, в которых имеются влажные и уплотненные участки, измельчают отдельно. Он не имеет типичного грибного запаха и либо не используется, либо используется позднее, после того, как грибовод убедится (после 24 ч нахождения мицелия в помещении), что он уже выделяет характерный грибной запах.

Запах мицелия привлекает грибных мух, которые обитают во дворах, на штабелях навоза, лугах и в других местах, где имеются гниющие органические вещества. Чтобы избежать попадания и откладки мухами яиц на мицелий, все отверстия в помещении должны быть защищены марлей или густой металлической сеткой.

Штамм. В зависимости от окраски шляпки плодовых тел штаммы шампиньона бывают белые, кремовые и коричневые. В свою очередь, в группе "белых" имеются снежно-белые штаммы. Эти формы шампиньона некоторые авторы считают разновидностями вида шампиньона двуспорового, тем более что между штаммами с различной окраской шляпок существуют физиологические различия. Например, снежно-белые штаммы устойчивы к избытку воды в покровном слое, в то время как обычные белые штаммы являются чувствительными; некоторые белые штаммы даже не следует поливать после первой волны плодоношения, пока завязи второй волны плодоношения не оформятся до размера лесного ореха. Кремовые штаммы менее чувствительны к высокой влажности в покровном слое, чем белые, но не менее устойчивы, чем снежно-белые, однако при их выращивании лучше избегать сильного увлажнения слоя покровного материала до окончательного образования завязей. Снежно-белые и белые штаммы более чувствительны к бактериальной пятнистости, к фунгицидам и инсектицидам по сравнению с кремовыми и коричневыми штаммами. В отличие от снежно-белых штаммов, белые и кремовые склонны к сильному уплотнению мицелия в покровном слое в период от насыпки покровного материала до завершения плодообразования. В этот период необходимо ежедневно наблюдать за развитием мицелия этих штаммов в покровном слое и при необходимости проводить небольшие дополнительные поливы даже два раза в день. Коричневые штаммы характеризуются более медленным вступлением в фазу плодоношения и более длительным периодом сбора урожая. У других разновидностей имеются скороспелые штаммы.

Кроме общих признаков, штаммы различных разновидностей шампиньона имеют свои индивидуальные характеристики. Они выявляются в лабораториях по производству мицелия.

В дальнейшем грибовод должен сам испытать каждый новый штамм в условиях своей шампиньонницы.

Практика показывает, что в мелком производстве следует работать с неприхотливыми к условиям выращивания штаммами. При сравнительном испытании 14 иностранных штаммов менее требовательным оказался штамм Сомицел 97. Однако в условиях Болгарии он не превосходит по урожайности другие штаммы.

Штамм Сомицел 97 имеет плотную кремовую шляпку плодового тела, но пигмент легко устраняется при мытье, поэтому этот штамм пригоден для реализации как в свежем виде, так и для переработки. Он не требователен к питательной среде, довольно раннеспелый, высо-

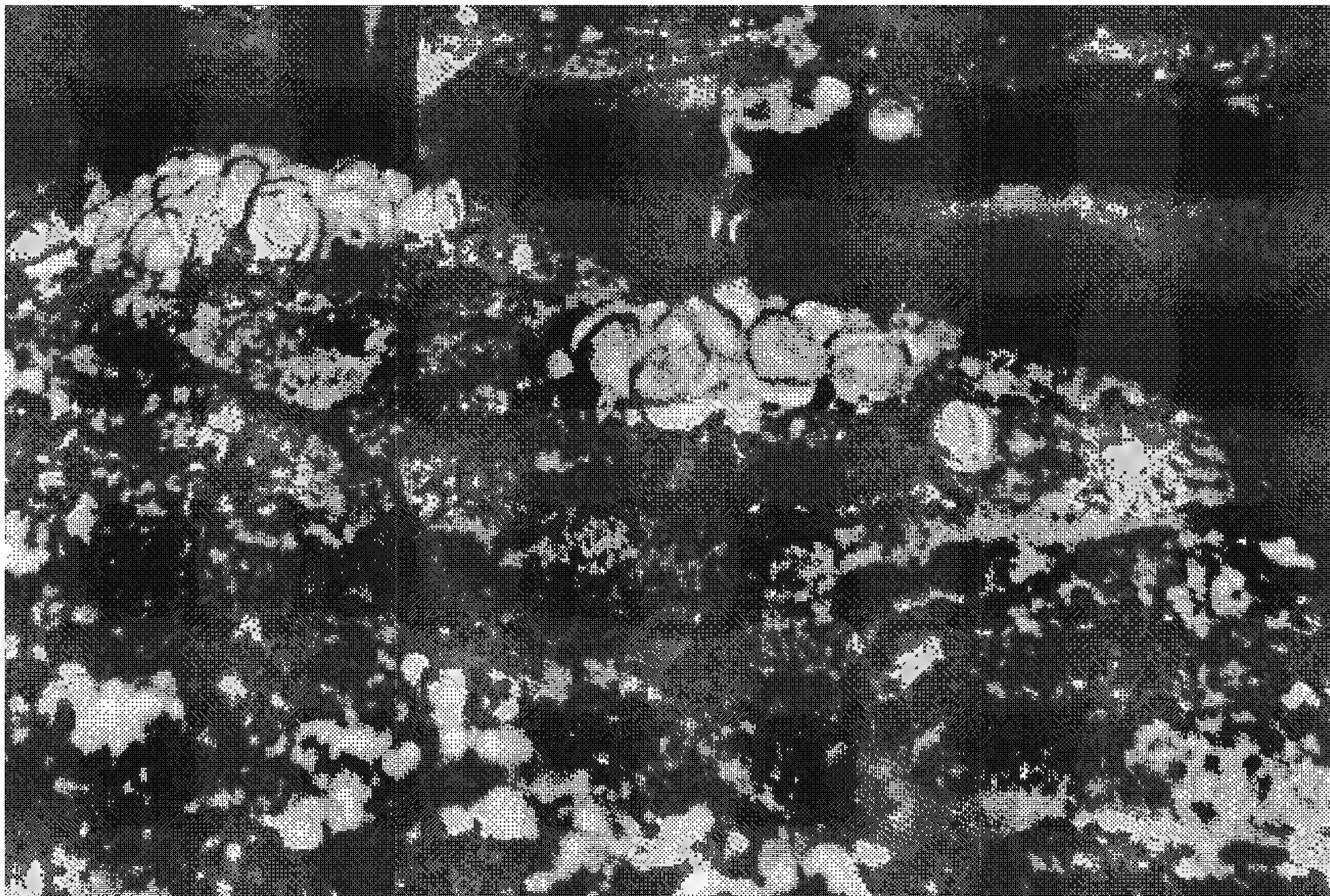


Рис. 51. Деформация плодовых тел у штамма Сомицел 97, вызванная загрязнением воздуха и колебаниями климатического режима, поддерживаемыми в шампиньоннице в период плодообразования

коурожаен, устойчив к пятнистости, но не устойчив к мумификации плодовых тел. Имеет склонность к свойлачиванию, чувствителен к загрязненному воздуху и дыму из печей в шампиньоннице, особенно в период плодообразования, – плодовые тела растрескиваются и деформируются (рис. 51). При устранении неблагоприятных факторов начинает образовывать нормальные плодовые тела. Этот штамм может быть заменен только при изменении условий выращивания или при появлении другого штамма-преемника.

Норма посадки. Болгарский опыт показывает, что средний урожай можно получить на качественном пастеризованном субстрате влажностью 65 % при норме посадки зернового мицелия от 5 до 7 кг на 1 т субстрата. Если субстрат сухой, то норму посадки следует увеличить, а если субстрат более влажный – уменьшить.

При норме посадки менее 5 кг зернового мицелия на 1 т субстрата не обеспечивается достаточное развитие мицелия. В селективном субстрате это приводит к задержке начала плодообразования, а в недостаточно селективном – к бурному развитию конкурирующих микроорганизмов, которые быстро подавляют развитие шампиньонного мицелия.

Применять чрезмерно высокие нормы посадки, т. е. более 7 кг зернового мицелия на 1 т субстрата, не рекомендуется по следующим причинам:

– быстрый рост мицелия может вызвать повышение температуры в субстрате (выше 33 °С), и мицелий погибнет от перегрева;

– сильный рост мицелия при высокой температуре и значительной концентрации CO_2, а также недостаточной влажности слоя покровного материала может вызвать образование "шерстистости" или стромы. Штамм Сомицел 97 предрасположен к образованию "шерстистости", а строма образуется при выращивании во влажных и непроветриваемых помещениях;

– высокая норма посадки увеличивает материальные затраты.

ВЫГРУЗКА КАМЕРЫ

Открывание камеры. Камеру открывают, когда температура в субстрате снизится до 25 °С. В летний период охлаждение проводят ночью при более низкой температуре наружного воздуха. На следующее утро предварительно вымытую площадку перед камерой дезинфицируют раствором медного купороса (1 %), вирозана (5–10 %), хлорной извести (1 %), технического формалина (2 %) или другим препаратом. Отключают вентиляционную установку, открывают дверь и удаляют деревянные доски щита.

Оценка готового субстрата. Уже визуально можно видеть, что нижний слой субстрата над решеткой сильно пересушен. Сухой слой толщиной около 10 см – нормальное явление, если термическая обработка выполнялась без использования пара. Над сухим слоем находится сильно уплотненный слой, а выше компостная масса субстрата рыхлая.

Хорошо приготовленный субстрат имеет темно-коричневый цвет, с равномерными серебристо-белыми колониями актиномицетов и приятным запахом. При сжатии не пачкает руку.

Отправка субстрата. Целесообразно посев мицелия в субстрат проводить на площадке перед самой камерой, насыпать субстрат в мешки из полимерной пленки и сразу же отвозить их в шампиньонницу. Если она находится далеко от камеры, то готовый субстрат предпочтительнее отправлять в массе, а посадку мицелия и наполнение мешков производить на площадке перед шампиньонницей или в самой шампиньоннице.

Следует иметь в виду, что в этот момент в субстрат могут попасть возбудители болезней и вредители шампиньона, что обусловливает снижение его селективности. Поэтому выгрузку, посадку мицелия и транспортировку готового субстрата следует завершать в течение одного рабочего дня.

Основным источником инфекции на этом этапе является ранее использованный субстрат, старые помещения, приспособленные для

выращивания шампиньонов, улицы и дороги, по которым перевозили субстрат и, возможно, рассыпали старый использованный субстрат. Одновременно с пылью ветер разносит и распространяет споры опасных для шампиньона возбудителей болезней. Например, в Болгарии в некоторых районах встречается оливковая плесень, которая сильно поражает мицелий. При хорошо проведенной пастеризации споры этой плесени погибают, но не устраняется опасность более поздней инфекции, и чем раньше она попадает в субстрат, тем больше потери.

Если появляется необходимость задержать выгрузку субстрата из камеры, то в компостной массе следует поддерживать температуру не выше 25 °С. Это достигается периодическим проветриванием камеры с помощью вентиляционной установки. В зависимости от сезона, т. е. от температуры наружного воздуха, необходимую температуру поддерживают включением вентилятора на 5–10 мин через каждый час, на 15 мин через каждые 3–4 ч и т. д. При получении неудовлетворительного урожая в шампиньоннице грибовод должен вспомнить об отклонении в технологическом процессе, которое он допустил. Опоздание с посадкой мицелия создает условия для развития в субстрате других конкурентных для шампиньонов микроорганизмов. В результате этого задерживается развитие мицелия шампиньона, он не получает необходимого количества питательных веществ, запаздывает период плодоношения, снижается валовой урожай.

Если по условиям погоды или организационным причинам нужно оставить часть субстрата в камере до следующего рабочего дня, то его необходимо равномерно распределить по всей решетке пола, чтобы можно было проветривать и охлаждать с помощью вентиляционной установки. Иногда нагнетаемый воздух будет проходить только через свободную от субстрата часть решетки. Двери камеры должны быть закрыты, а все другие отверстия защищены сетками от вторжения грибных мух снаружи. В противном случае они отложат на субстрат свои многочисленные яйца еще до посадки мицелия, и, кроме непосредственного вреда, который причиняют грибнице первые вылупившиеся личинки, еще в начале цикла выращивания будут созданы условия для массового размножения грибных мух в шампиньоннице.

Недопустимо оставлять субстрат в куче толстым слоем на площадке перед шампиньонницей или внутри нее. Термически обработанный субстрат является сравнительно неактивным, однако в нем создаются условия для развития неконтролируемой ферментации, при которой он теряет наиболее ценное свое качество – селективность.

Размножение некоторых конкурентных для шампиньона микроорганизмов не только может задержать, но и полностью подавить развитие его мицелия.

Подготовка субстрата для посева мицелия. В условиях мелкого производства субстрат выгружают из камеры вручную железными вилами. Это тяжелый труд, хотя и не настолько неприятен, как загрузка

камеры сырым субстратом. Готовый субстрат, особенно из нижней части слоя, распадается на крупные плотные комья, которые очень трудно разрыхляются руками.

Чтобы облегчить работу, комья субстрата необходимо механически разбивать.

В мелком производстве чаще всего используют укороченную барабанную машину, с помощью которой перебивают компостные бурты. Она состоит из приемного бункера и зубчатого барабана (см. рис. 30). Барабан разбивает комья, и субстрат выбрасывается вперед по наклонной плоскости. Чрезмерное измельчение готового субстрата нежелательно. По мере движения в камеру расстояние до машины все больше увеличивается и субстрат приходится перебрасывать 2–3 раза. Если машина мобильна и может передвигаться внутри камеры, то появляется необходимость в перебрасывании разрыхленного субстрата от машины на площадку перед камерой. По этой причине целесообразнее использовать транспортер, который состоит из наклоненной приблизительно на 45° ленты длиной 4–5 м и зубчатого барабана над ней (см. рис. 31). Барабан закрыт жестяным кожухом. Над барабаном можно смонтировать трубу с распылителями, которая через шланг соединяется с водопроводом. При необходимости разрыхленный субстрат можно дополнительно увлажнить. Субстрат в машину загружают в нижней части ленты, которая перемещает его на высоту 1,5–2 м и подает на площадку или в посадочную машину.

Если сухой слой субстрата в камере не превышает 10 см, то его равномерно смешивают с остальной частью массы субстрата без дополнительного увлажнения. Вообще дополнительно увлажнять субстрат следует только в крайнем случае.

Если субстрат очень сухой и содержит воды менее 60 %, то увлажнить его можно одним из следующих способов:

– субстрат при выгрузке перемешать по вертикали и увлажнить всю партию чистой питьевой водой; в недостаточно чистой воде из реки, ручья или другого открытого водоема содержатся бактерии и нематоды, которые могут нанести непоправимый вред мицелию шампиньона в самой ранней фазе его развития. Для полива субстрата можно использовать лейку, шланг или приспособление к транспортерной машине. Не допускается непосредственное попадание воды на мицелий, поэтому субстрат после увлажнения дополнительно перетряхивают один или два раза вилами, пока вода полностью не впитается;

– отделить нижний сухой слой и после обильного увлажнения питьевой водой использовать его отдельно. Чтобы вода хорошо впиталась, субстрат оставляют в камере до следующего дня.

Готовый субстрат можно использовать в шампиньоннице при применении различных технологий:

– в современных шампиньонницах при выращивании в ящиках, которые при многократном использовании следует дезинфицировать пропариванием после каждого оборота культуры;

– в современных шампиньонницах со стеллажами; стеллажи в целях дезинфекции перед каждым новым оборотом культуры также пропаривают;

– в простых по устройству шампиньонницах со стеллажами при условии, что деревянные стеллажи или стеллажные днища используют однократно; в противном случае субстрат подвергается заражению; в мелком производстве эту технологию можно использовать тогда, когда, несмотря ни на что, не достигнута конечная цель термической обработки и субстрат содержит значительное количество свободного аммиака или если субстрат чрезмерно увлажнен (содержит воды более 70 %);

– в интенсифицированных простых по устройству шампиньонницах при выращивании в мешках из полимерной пленки.

Термическая обработка субстрата в массе создает условия для еще большей интенсификации грибоводства, так как прорастание мицелия осуществляется в компостной массе. При соблюдении требований гигиены готовый субстрат смешивают с мицелием и укладывают в другую камеру, построенную по такому же принципу, как и термическая камера. Субстрат, пронизанный мицелием, обычно выгружают на 11–14-й день после посадки и используют по одной из описанных технологий. Этот субстрат, полностью пронизанный мицелием, можно обогащать соевой мукой из расчета 1 кг на 100 кг субстрата и при необходимости предпринимать меры против самоперегрева субстрата.

В мелком производстве очень сложно обеспечить необходимые санитарные условия при проращивании мицелия в массе с обогащением субстрата соевой мукой. Травмированный при выгрузке субстрата из камеры мицелий очень легко поражается вирусом шампиньона, мумификацией и другими болезнями, возбудители которых разносятся воздухом. Поэтому интенсивный метод можно применять при централизованном приготовлении субстрата. Грибоводам рекомендуется использовать мешки из полимерной пленки, наполненные субстратом, пронизанным мицелием. Это позволяет сократить период производства шампиньонов до 8–10 нед даже в мелких шампиньонницах.

ПОСЕВ МИЦЕЛИЯ И НАПОЛНЕНИЕ МЕШКОВ

Понятие о смешанном посеве мицелия. Смешивание субстрата с зерновым мицелием или с предварительно измельченной на мелкие кусочки навозной грибницей называется смешанной посадкой мицелия. Все интенсивные технологии производства шампиньонов включают термическую обработку субстрата и смешанную посадку зернового мицелия. Эти три элемента обеспечивают быстрое и равномерное развитие мицелия во всех частях массы субстрата, при этом подавляется или исключается развитие многих микроорганизмов – конкурентов шампиньона. Таким образом достигается раннее и равномерное плодоношение, сокращается период плодоношения и повышается урожайность по сравнению с аналогичными показателями при других методах посадки (смешивание до 10 см в грядах, разброс и смешивание до 5 см в грядах, гнездовой посев).

Смешанная посадка зернового мицелия успешно применяется также при выращивании шампиньонов в мешках из полимерной пленки. На крупных предприятиях мицелий высевают механизированным способом, а на небольших – чаще всего вручную.

Мелкий производитель может отказаться от смешанной посадки и применить какой-либо другой метод лишь в том случае, если он допустил ошибку при термической обработке и готовый субстрат не отвечает требованиям, предъявляемым к его качеству. Например, если субстрат очень влажный (при сжатии в руке вытекает струйка воды) или ощущается легкий запах аммиака, что свидетельствует о неправильной термической обработке. В таком случае следует принять меры к предохранению мицелия от загнивания, поскольку в некачественном субстрате мицелий часто погибает, особенно в нижней части мешка. Следовательно, даже увеличение нормы посадки не поможет и будет лишь допущен перерасход посадочного материала.

Практика показывает, что при использовании некачественного субстрата, особенно если в нем содержится свободный аммиак, не помогает и посадка слоями, т. е. когда грибницу разбрасывают в большем количестве между слоями субстрата глубиной около 10 см. Обычно мицелий, посаженный между слоями, остается жизнеспособным, но не всегда достигается его сплошное прорастание. Мы наблюдали случаи, когда слои мицелия чередуются с различными конкурентными плесенями, и шампиньоны в мешках собирают только с самых верхних слоев субстрата. Следовательно, из слоя субстрата толщиной 30 см производитель потерял нижние 20 см.

Чтобы использовать такой "испорченный" субстрат, рекомендуется гнездовой способ посадки в мелкие (15–20 см высотой) мешки или гряды.

Посев мицелия и наполнение мешков субстратом вручную. Эти операции являются наиболее трудоемкими, так как их следует выполнять качественно и быстро.

Прежде всего следует соблюдать норму посадки, чтобы равномерно распределить мицелий в субстрате.

Для того чтобы мицелий можно было точно дозировать, лучше всего субстрат взвешивать. В этих целях можно использовать чистые и продезинфицированные коробки, которые взвешивают пустыми, затем их наполняют субстратом и вновь взвешивают, чтобы определить массу субстрата. После этого субстрат высыпают на площадку и формируют бурты, которые смешивают с необходимым количеством мицелия. Облегчить проведение этой операции можно взвешиванием только 1 м^3 субстрата и после определения массы в дальнейшем дозировать его по объему.

В зависимости от размера площадки в бурты можно укладывать от 100 до 300 кг субстрата. Если перед камерой нет бетонной площадки, то можно сделать временную площадку из листов жести, которые после завершения работы убирают. Толщина слоя может быть 25–30 см. Зерновой мицелий, взвешенный или определенный по объему, равномерно рассыпают по слою субстрата, после чего субстрат вилами или лопатой осторожно насыпают в мешки из полимерной пленки. Количе-

ство мицелия определяют следующим способом: например, если на 1 т субстрата используется 6 кг мицелия, то для субстрата массой 250 кг необходимо будет израсходовать 1,5 кг мицелия, массой 100 кг – 600 г мицелия и т. д.

Целесообразнее работу проводить группами из трех человек. Один вилами или лопатой насыпает субстрат в мешки, двое других его вручную уплотняют (в брезентовых рукавицах). При достаточной плотности субстрата достигается сцепление между мицелием и субстратом, вытесняется лишний воздух и предотвращается отделение субстрата от стенок мешка (рис. 52). Если субстрат не прилип к мешку, то расходуется больше кроющего материала, а вода при поливе проникает в субстрат и вызывает его переувлажнение. Избыточный воздух в мешке уменьшает теплопроводность субстрата и повышает опасность его саморазогрева в период прорастания мицелия. Это относится главным образом к глубоким мешкам.

Мешки наполняют субстратом слоем 20–40 см, чаще – 30 см. Над слоем уплотненного субстрата следует оставить место для покровного материала, поэтому верхний край мешка должен быть на 2–3 см выше поверхности субстрата.

Если применяют гнездовой способ посадки мицелия, то мешки наполняют только субстратом, а посадку мицелия проводят в шампиньон-

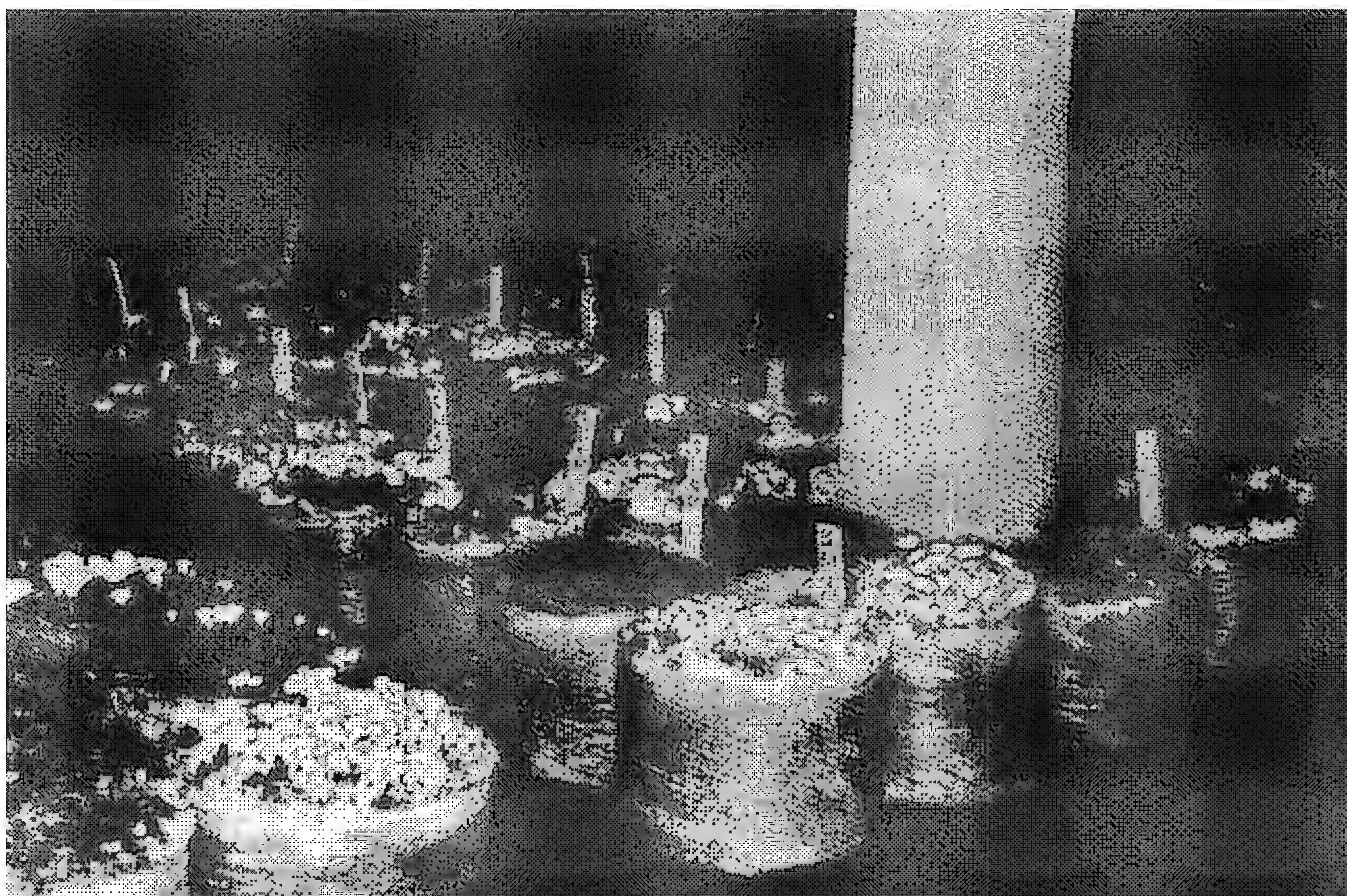


Рис. 52. Культура шампиньона в мешках в опыте с различными компонентами покровного материала

нице через 1–2 дня. В каждом мешке делают 5 гнезд – четыре возле стенок и одно в середине. Мицелий из расчета 6–7 кг на 1 т субстрата сажают на глубину 5–7 см от поверхности субстрата, а установленное на одно гнездо количество мицелия рассыпают по поверхности диаметром 8–10 см. Субстрат над гнездами тщательно разравнивают рукой.

Опыт показывает, что при гнездовом способе посадки мицелия толщина слоя субстрата в мешке не должна превышать 25 см, так как часто мицелий не успевает прорасти до дна мешка и часть субстрата остается неиспользованной. Кроме того, мицелий, высаженный гнездовым способом, растет медленно, и первые грибы появляются в среднем на 2 нед позднее, чем при посадке смешанным способом.

Опыт не подтвердил также старые убеждения в том, что навозная грибница по сравнению с зерновой менее чувствительна к свободному аммиаку в субстрате, особенно если она раздроблена и смешанно посажена в субстрат. Поэтому в Болгарии производство навозной грибницы прекратили.

Механизированный смешанный посев мицелия и механизированное наполнение мешков. На крупных предприятиях по приготовлению субстрата субстрат из термических камер выгружают фронтальным тракторным погрузчиком, загружают его в бункер специальной машины, где он разрыхляется, проветривается и равномерным слоем подается на короткий ленточный транспортер. На слой субстрата дозированно рассыпают зерновой мицелий, предварительно измельченный и насыпанный в небольшой бункер. Субстрат, смешанный с мицелием, подается с ленты в мешок, подаваемый автоматическим устройством. Специальный механизм, придвигающий массу субстрата к мешку, отодвигает наполненный мешок и подставляет под компостный поток следующий пустой мешок. Работникам остается подавать пустые мешки в машину, относить заполненные субстратом мешки и ставить их на поддоны (рис. 53).

Если термические камеры представляют собой тоннели с подвижным дном из специальной пластмассовой сетки, то субстрат выгружают на сетку стационарной разрыхляющей машиной. Разрыхленный субстрат попадает на систему из ленточных транспортеров, которые его подают в посадочную машину. В дальнейшем процесс протекает по такому же способу, как и в первом примере.

Механизированным способом мешки наполняются быстро. Каждое устройство обеспечивает наполнение 240–280 мешков в час. Машина с двумя устройствами наполняет 480–560 мешков в час, или при массе субстрата в мешке 35 кг производительность машины составляет 17–20 т субстрата в час. Одна такая машина за смену может обслужить термическую камеру объемом 140–160 т готового субстрата (200–230 т сырого субстрата). Использование такой машины экономически выгодно, так как при одновременном посеве мицелия и его перемешивании с субстратом и немедленной транспортировке мешков в

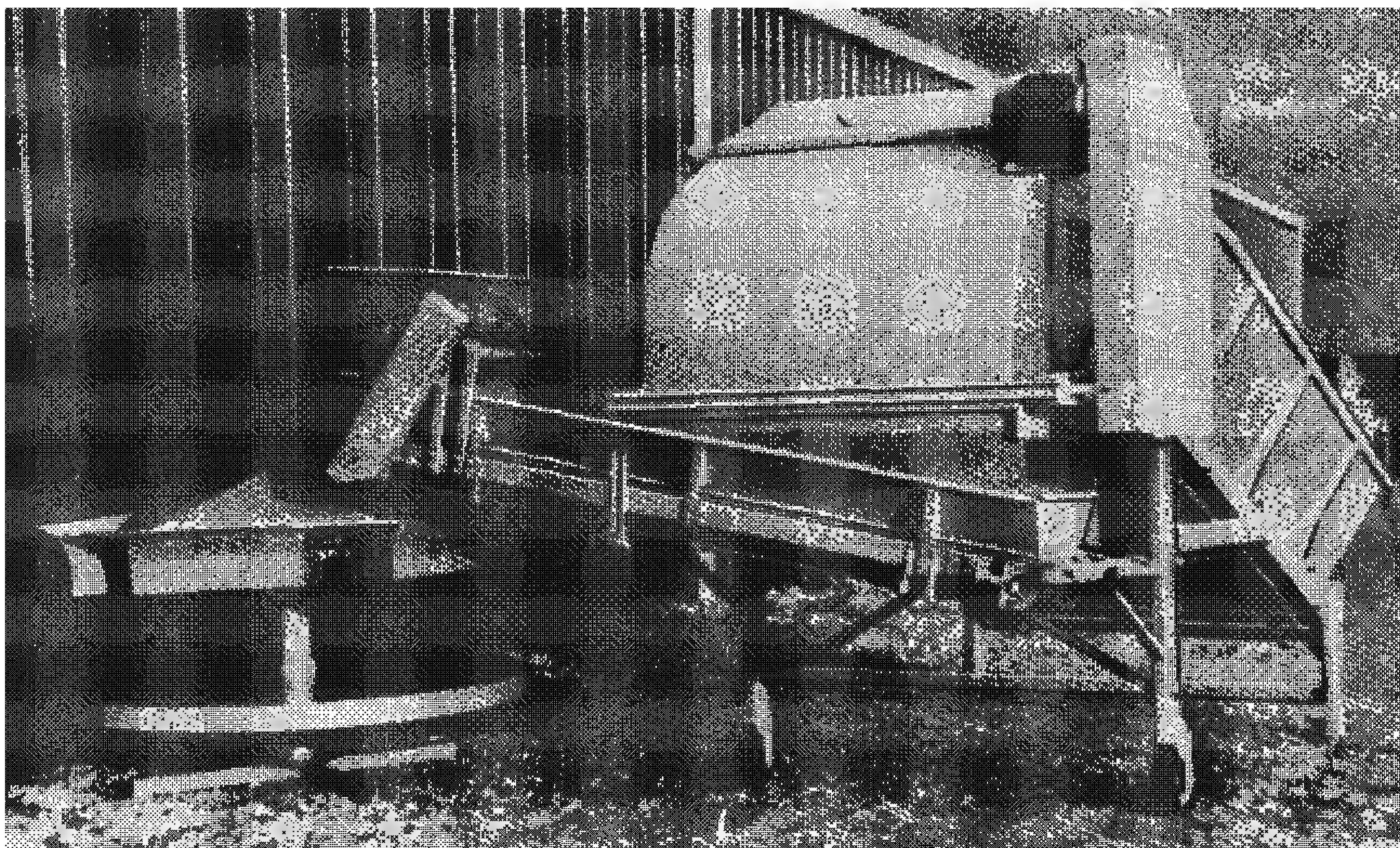


Рис. 53. Пример системы машин для смешивания субстрата с зерновым мицелием и наполнения мешков из полимерной пленки субстратом вручную:

Справа налево: приемный бункер с транспортером и вмонтированным в верхнем его конце перебивочным и перемещающим барабаном; поперечный транспортер, который принимает равномерный поток субстрата и направляет его к высевающему приспособлению; над транспортером виднеется дозирующий высевающий механизм для зернового мицелия. *Слева* — вручную вращаемый диск со встроенными гнездами для навешивания мешков. Субстрат падает в центр круглого диска и руками прижимается к соответствующему наполняющему гнезду (по Сомицелю)

шампиньонницу эффективнее эксплуатируются сооружения. Однако имеются и некоторые недостатки. Например, субстрат насыпают рыхло, без прессования, поэтому мешки должны быть почти в 2 раза выше, чем необходимо, что требует большего расхода пленки. Кроме того, при транспортировке субстрат в мешках сплющивается и возникает необходимость в его дополнительном оформлении в шампиньоннице — это довольно тяжелая и неприятная операция.

Мелкие производители, имеющие небольшие термические камеры, экономно используют полимерную пленку, сами изготавливая себе мешки, которые используют без дополнительной обрезки или подгибания. Если же перед плодообразованием появляется необходимость в обрезке мешков над покровным материалом, то отходы пленки бывают минимальными. Однако мелкие мешки требуют сильного уплотнения субстрата еще во время их наполнения. При хорошем уплотнении субстрата мешки слабо деформируются во время транспортировки, особенно если они правильно уложены.



Рис. 54. Машина для наполнения и уплотнения субстрата в мешках (изобретатель Иван Соколов из Софии)

В Болгарии сконструированы и успешно применяются две оригинальные и удобные наполняющие машины, которые спрессовывают субстрат до его укладки в мешок.

Одна из этих машин, созданная Соколовым из Софии, состоит из вертикального приемного бункера и горизонтального цилиндра, в котором движется прессующий поршень (рис. 54). Ее обслуживают три человека. Один рассыпает мицелий на субстрат при его движении в бункер, второй управляет наполнением и прессованием, а третий относит наполненные мешки в сторону от машины. Выгрузку субстрата из камеры, рыхление и подачу его в машину производят другие рабочие, от их труда нельзя отказаться и при ручном наполнении мешков. Можно обеспечить и ритмичную механизированную подачу субстрата и мицелия в приемный бункер. С помощью этой простой но конструкции машины

можно наполнить до 180 мешков в час (средняя масса мешка 20–25 кг), т. е. производительность машины составляет 3,5–4,5 т субстрата в час.

При оборудовании ленточного транспортера двумя наполняющими ручьями эта машина может обслужить камеру емкостью 100 т сырого или 70 т готового субстрата.

Вторая машина, созданная Игнатом Игнатовым из Софии, состоит из приемного бункера и трех цилиндров без дна, которые вращаются над горизонтальной плоскостью и последовательно проходят под бункером. На пустой цилиндр надевают мешок, наполняют его субстратом, прессуют на твердой плоскости. Наполненный мешок попадает на роликовый или ленточный транспортер.

ТОЛЩИНА СЛОЯ СУБСТРАТА В МЕШКЕ

Грибовод стремится максимально увеличить толщину слоя субстрата или, точнее, увеличить количество субстрата, который загружают на 1 м^2 полезной площади.

В современных шампиньонницах со стеллажными грядами или большими ящиками на 1 м^2 полезной площади можно загрузить максимально 100 кг субстрата, проросшего мицелием, при сильном его уплотнении. Загрузка большого количества субстрата в период прорастания мицелия приводит к повышению температуры в центральной части гряды.

Проведенные опыты и производственная проверка показали, что новую технологию можно применять в небольших шампиньонницах при толщине слоя субстрата в мешках 20–40 см.

Слой субстрата толщиной 20 см. Мелкие мешки при слое субстрата 20 см можно использовать во всех шампиньонницах в течение всего года. Наполненные вручную при достаточном уплотнении субстрата мелкие мешки диаметром 40 см имеют массу 10–12 кг. Следовательно, на 1 м^2 полезной площади загружается 70–90 кг субстрата влажностью около 65 %.

Мелкие мешки всегда устанавливают в шахматном порядке (см. рис. 50). Практически в шампиньоннице площадью 100 м^2 полезная площадь мешков составляет 90 м^2, или 7–9 т субстрата. По традиционной технологии на 100 м^2 загружают не более 8 т субстрата.

В мелких мешках исключен саморазогрев субстрата, но в то же время тонкий слой субстрата не удерживает тепло и температура в нем легко снижается ниже оптимальной. Поэтому перед расстановкой мелких мешков в холодной шампиньоннице ее следует согреть и хорошо отапливать до полного развития мицелия в субстрате.

При наполнении машиной один мелкий мешок (20 см) может вместить до 15 кг субстрата, а шампиньонница площадью 100 м^2 – 720 мешков, или 11 т субстрата.

Слой субстрата толщиной 30 см. Мешок диаметром 40 см при наполнении его субстратом вручную слоем 30 см весит 15–17 кг. Шампиньонница площадью 100 м^2 при установке мешков в шахматном порядке может быть загружена 120–130 кг субстрата в расчете на 1 м^2 полезной площади, или 11–12 т субстрата.

Однако в летний период во избежание саморазогрева мешки рекомендуется устанавливать параллельно (см. рис. 50). В этом случае в шампиньонницу площадью 100 м^2 вмещается субстрата на 10 % меньше, т. е. 10–11 т.

Механизированным способом мешок высотой 30 см можно наполнить субстратом в количестве до 26 кг в зависимости от его структуры и влагосодержания. Так, в шампиньоннице площадью 100 м^2 можно расставить в шахматном порядке 640 мешков, что составляет 16–17 т субстрата.

При использовании более высоких мешков можно разместить большее количество субстрата. При этом сокращается потребность в покровном материале и экономится материал, применяемый для сооружения стеллажей. Кроме того, в более толстых слоях субстрата лучше сохраняется тепло, наблюдаются меньшие перепады температуры, экономится горючее.

Слой субстрата толщиной 40 см. Мешки при такой толщине слоя субстрата рекомендуется использовать в холодных шампиньонницах – подземных помещениях или в летних высокогорных шампиньонницах, в которых мешки с субстратом чаще всего расстанавливают на полу. При ручном наполнении и трамбовке субстрата слоем 40 см мешок весит 20–25 кг (на 1 м^2 полезной площади приходится 160–176 кг субстрата влажностью 65 %). Высокие мешки устанавливают только параллельно (см. рис. 50). В шампиньонницу площадью 100 м^2 загружают 640 мешков, что составляет 13–14 т субстрата.

При наполнении субстрата слоем 40 см машиной каждый мешок может вместить до 32 кг субстрата, а 640 мешков, загруженных в шампиньонницу площадью 100 м^2, – до 20,5 т. Разумеется, с такими тяжелыми мешками довольно трудно работать.

Если используют высокие мешки, то субстрат в них часто перегревается и мицелий иногда погибает в центре мешка или в местах соприкосновения двух соседних мешков. Однако если субстрат высокого качества, то при снижении температуры мицелий в этих местах снова прорастает. При заражении субстрата конкурентными плесенями на месте мицелия развиваются плесени. Разумеется, работа с глубокими мешками связана с определенными трудностями, которые следует иметь в виду при принятии решения об их использовании.

Данные сравнительных опытов, проведенных в 14 различных небольших шампиньонницах, свидетельствуют, что толщина слоя субстрата в мешках заметно влияет на величину урожая. Если слой субстрата толщиной 20 см принять в качестве контроля и урожай с 1 т субстрата

в соответствующих шампиньонницах – за 100 %, то средний урожай, полученный в мешках при толщине слоя субстрата 30 см, составит 117 %, а в мешках при толщине слоя субстрата 40 см – 135 %. Это противоречит результатам, полученным в шампиньонницах с кондиционированием, где увеличение толщины слоя субстрата обусловливает повышение урожая с 1 м^2 гряды и в то же время – снижение урожая в расчете на 1 т субстрата.

Это связано с тем, что опыты проводили в холодных шампиньонницах с недостаточным обогревом, а такими является большинство небольших шампиньонниц, организованных в приспособленных помещениях. Мицелий развивался быстрее и лучше в "более теплых" толстых слоях субстрата. Кроме того, во многих шампиньонницах субстрат был поражен желто-зеленой плесенью – болезнью, которая часто встречается в практике болгарских грибоводов и из-за которой сокращается период сбора урожая. При равных условиях в одно и то же время урожаи были более высокими в более глубоких мешках.

Вывод: следует правильно выбирать толщину слоя субстрата в мешках.

ЗАГРУЗКА ШАМПИНЬОННИЦЫ

Подготовка шампиньонницы. Несмотря на то что при использовании мешков из полимерной пленки улучшаются санитарные условия, тем не менее грибовод постоянно должен поддерживать чистоту и порядок в шампиньоннице. Бóльшая часть болезней шампиньона распространяется с помощью спор, которые вместе с пылинками от старого субстрата прилипают к стенам, потолку, полу и стеллажным конструкциям в шампиньоннице. Если их не удалить с этих мест до загрузки нового субстрата, они попадут на него или на покровный материал, и чем раньше это произойдет, тем более значительными будут потери нового урожая. Поэтому перед каждым новым циклом всю шампиньонницу, включая стеллажи, обильно моют водой при температуре выше 15 °С и обрабатывают формалином.

Для дезинфекции применяется технический формалин в расчете 2 л на 100 м^3 помещения. Формалин наливают в емкости, ставят их в нескольких местах шампиньонницы. На каждые 2 л формалина добавляют по 250 г сухого кристаллического перманганата калия. Его предварительно готовят для каждой емкости, высыпают, не наклоняясь над емкостью, и быстро уходят к следующей емкости; очень важно запомнить, что человек не должен наклоняться над сосудом, так как при этом выделяется газ формальдегид, который быстро поднимается вверх к потолку и может вызвать отравление работника. При быстром выполнении операции у работника остается достаточно времени, чтобы выйти из шампиньонницы до того, как газ начнет распространяться

сверху вниз в помещении. Двери закрывают и замазывают с внешней стороны; так же поступают со всеми остальными отверстиями в шампиньоннице. Формальдегид горит, поэтому во время дезинфекции в шампиньоннице не должно быть никаких отопительных приборов.

Вместо перманганата калия можно использовать сухую хлорную известь из расчета 400 г на 2 л формалина. В отличие от первого способа, хлорную известь предварительно кладут в емкости, а затем наливают формалин. Однако в литературе имеется сообщение о том, что в результате химической реакции между формалином и хлорной известью образуются также канцерогенные вещества. Поэтому вместо хлорной извести предпочтительно применять перманганат калия.

Через 48 ч шампиньонницу открывают и проветривают. Как только исчезнет запах формалина, устанавливают печи; шампиньонница подготовлена к загрузке.

Так как пластмасса горит, то для предотвращения опасности ее загорания печи и другие отопительные приборы размещают на достаточном расстоянии от деревянных стеллажей и мешков из полимерной пленки.

Земляные полы шампиньонницы лучше всего дезинфицировать 1 -3 %-ным раствором каустической соды из расчета 1–2 л/м^2. При работе с этим препаратом следует использовать деревянные емкости и соблюдать меры предосторожности, чтобы раствор не попал в глаза или на незащищенные участки кожи. В обязательном порядке следует пользоваться защитными очками, резиновыми рукавицами и сапогами!

Транспортировка мешков. Важное значение имеет расстояние от термической камеры до шампиньонницы. Если после посадки мицелия и наполнения мешков субстратом их переносят в шампиньонницу, то субстрат в них обычно несплющенный и равномерно уплотнен, что значительно облегчает дооформление его поверхности в шампиньоннице.

Если мешки доставляют грузовым транспортом от камеры, расположенной в нескольких километрах от шампиньонницы (особенно без поддонов), то субстрат в мешках сильно деформируется и его часто необходимо дополнительно разравнивать и оформлять в шампиньоннице.

Опыт показывает, что если в момент посева мицелия температура субстрата не превышала 25 °С, то транспортировка мешков без поддонов на расстояние до 300 км в течение 24 ч не отражается пагубно на мицелии. Не оказывает значительного влияния и время года. Например, в зимние месяцы субстрат охлаждается только в крайних боковых и верхних мешках в кузове. В жаркие летние месяцы после продолжительной транспортировки (Русе–Пловдив) в отдельных мешках температура может повышаться до 29 °С. Только один раз, и то в отдельных мешках, была отмечена температура, равная 33 °С, что не оказало отрицательного влияния на мицелий. Грузовую автомашину, загружен-

ную мешками, необходимо укрыть чистым брезентом, чтобы избежать запыления субстрата при транспортировке.

В практике соблюдают такое правило: полные мешки с посеянным и перемешанным мицелием перевозят на грузовой машине без поддонов, нагруженной до уровня бортов, но хранят их в таком толстом слое в любой сезон года не более 48 ч.

Субстрат доставляют по возможности ближе к шампиньоннице и начинают разгрузку. Мешки желательно сразу вносить в помещение и ставить их на место. Чтобы быстро разгрузить машину, мешки следует ставить на чистую и продезинфицированную площадку или на предварительно разостланную чистую полимерную пленку или брезент. После этого мешки с субстратом вносят в шампиньонницу, так как при их продолжительном хранении под открытым небом, особенно летом, грибные мухи могут отложить яйца в субстрат. Кроме того, солнце и ветер иссушают поверхность субстрата в мешках.

Расстановка мешков в шампиньоннице. Мешки вносят в шампиньонницу вручную или доставляют их на тележке. В зависимости от конкретных условий каждый мешок подготавливают или перед шампиньонницей, или на месте его установки.

В последний раз оформляют субстрат в мешке, поверхность его выравнивают и уплотняют ладонью у стенок мешка вручную, расправляют пленку, чтобы не осталось воздушного пространства между нею и субстратом.

Некоторые грибоводы используют деревянное приспособление в форме полумесяца, которым уплотняют субстрат у стенок мешка так, что образуется немного выпуклое кольцо и устраняется отделение стенок мешка от субстрата. Если мешок изготовлен из тонкой полимерной пленки, то верхний его край завертывают вниз (как рукав) и над субстратом оставляют складку высотой 2,5–3 см. Если пленка толстая и жесткая, то ее отрезают острым ножом на аналогичной высоте. Такая высота мешка ограничивает глубину будущего слоя покровного материала. Мешки можно обрезать и после насыпки покровного слоя. Нежелательно, чтобы при расстановке два соседних мешка соприкасались слоями покровного материала и даже субстрата. Полная изоляция мицелия в отдельных мешках служит гарантией того, что при появлении инфекции в одних мешках она не перейдет на соседние мешки.

В зависимости от сезона и толщины слоя субстрата мешки устанавливают в шахматном порядке или параллельно (см. рис. 50). Верхняя поверхность субстрата в каждом мешке должна быть ровной. Благодаря этому создаются условия для равномерной насыпки покровного материала.

УХОД ЗА КУЛЬТУРОЙ В ПЕРИОД ПРОРАСТАНИЯ МИЦЕЛИЯ В СУБСТРАТЕ

После того как мешки расставлены в шампиньоннице, ее немедленно очищают от частиц субстрата и моют проходы. Субстрат следует предохранять от попадания пыли на его поверхность. Поэтому, независимо от предварительной дезинфекции, не рекомендуется подметать шампиньонницу без увлажнения. Пол всегда подметают после его увлажнения из лейки или шланга.

Оптимальная температура для роста мицелия в субстрате зависит от вида и штамма шампиньона. Шампиньон двуспоровый, например, в зависимости от штамма требует поддержания температуры 22–26 °С, а биторквис – 26–30 °С.

Субстрат при выгрузке из камеры имеет температуру 25–30 °С. Если посадку мицелия и наполнение мешков субстратом выполняет машина и наполненные мешки сразу же транспортируют, субстрат сохраняет температуру около 20–22 °С. При ручной и, следовательно, медленной выгрузке субстрата из камеры и наполнении мешков вручную, особенно в холодные сезоны года, субстрат часто охлаждается до 12–15 °С и даже до 9–10 °С. Такое охлаждение субстрата может произойти и в другие сезоны года, если мешки переносят в холодную шампиньонницу (погреб или неотапливаемая пластмассовая теплица). Остывший до 9–10 °С субстрат в мешках трудно согревается. Если такая ошибка была допущена, то шампиньонницу следует отапливать в течение продолжительного времени (иногда до 20 дней), пока температура субстрата не повысится до 18–20 °С. При этом задерживается рост мицелия, удлиняется цикл выращивания, теряется ряд преимуществ новой технологии.

Отсюда вывод: шампиньонницу следует предварительно согревать и мешки нужно вносить в помещение при температуре воздуха в нем не менее 15 °С.

В период прорастания в субстрате мицелий не нуждается в большом количестве воздуха, поэтому шампиньонницу проветривают главным образом для регулирования в ней температуры и влажности воздуха. Большое внимание следует обратить на обеспечение одинаковой температуры воздуха в вертикальном направлении, чтобы иметь одинаковый температурный режим в субстрате на всех ярусах стеллажей. В шампиньоннице без системы кондиционирования температура в субстрате на первом ярусе трех- или четырехъярусных стеллажей часто бывает на 6–7 °С ниже по сравнению с температурой в субстрате на верхнем ярусе. Эта разница может обусловить задержку начала плодоношения на первом ярусе стеллажа в среднем на 2 нед (см. рис. 11). Выравнивания температуры в небольшой шампиньоннице можно добиться с помощью вертикального рециркуляционного вентилятора (см. рис. 4 и 5). Он должен работать непрерывно.

Некоторые грибоводы добиваются выравнивания температуры в субстрате перестановкой мешков с верхнего яруса стеллажа и наоборот через 10–14 дней после посадки мицелия. Это дополнительный тяжелый физический труд. Такая практика не рекомендуется после насыпки на субстрат покровного материала, так как это может стать причиной повреждения кроющего слоя и разрыва мицелия в нем.

В течение всего периода прорастания мицелия в шампиньоннице следует поддерживать высокую относительную влажность воздуха (примерно 90%). Этим предотвращают высыхание поверхности субстрата. В небольших шампиньонницах для повышения влажности воздуха водой поливают проходы и опрыскивают стены. Не допускается опрыскивание субстрата.

Субстрат предохраняют от иссушения укрытием поверхности мешков газетной бумагой, которую можно увлажнять водой, а при необходимости и обрабатывать пестицидами. Например, при опасности вирусного заболевания бумагу опрыскивают слабым 0,2%-ным раствором формалина.

В некоторых шампиньонницах в определенное время влажность воздуха в помещении может быть очень высокой: саморазогрев субстрата при прорастании в нем мицелия создает условия для конденсации водяных паров и переувлажнения его поверхности. Это явление характерно для холодных шампиньонниц. Может развиваться и белая плесень (хумикола). В этом случае шампиньонницу нужно хорошо проветривать, субстрат можно опылить алебастром или использовать для насыпки более сухой покровный материал.

Попадание в шампиньонницу грибных мух в этот период нежелательно. Они откладывают свои яйца непосредственно на субстрат, личинки развиваются одновременно с мицелием и питаются им. Это замедляет прорастание мицелия в кроющий слой, под ним может образоваться черный пласт, а плодовые тела уже в первой волне плодоношения становятся червивыми. Поэтому все двери, окна и вентиляционные отверстия следует защищать марлей. Сетки один-два раза в день нужно спрыскивать определенным раствором инсектицида. Даже в зимний период освещенные отверстия (окна и др.) в шампиньоннице необходимо постоянно опрыскивать или опыливать инсектицидами. На свет собираются только что вылупившиеся в шампиньоннице мухи, которые погибают, прежде чем успеют отложить яйца.

МАТЕРИАЛ ПОКРОВНОГО СЛОЯ И ЕГО НАСЫПКА

При использовании новой интенсивной технологии по выращиванию шампиньонов в мешках из полимерной пленки в производственных условиях применялась преимущественно стандартная торфоизвестняковая смесь, которая включала 70% минерализованного (черного)

торфа и 30% молотого известняка (соотношение по объему 5 : 2).

При использовании торфа из других залежей, а также при добавлении в смесь перлита, вермикулита, керамзита, льняной костры, компостированной коры хвойных деревьев и т. п. не отмечено отклонений в технологических сроках и изменения урожая.

В Болгарии в последние годы в небольших шампиньонницах в массовом масштабе стали использовать новый покровный материал — шлам.

По опытным данным, шлам должен вылежаться до спуска воды из бассейна. Если в его пластах образовались комья, то их следует раздробить машиной или удалить путем просеивания. Так как шлам практически стерилен, не требуется предварительная дезинфекция. Непосредственно перед использованием в шампиньоннице его следует хорошо размочить (даже до раскисания) в чистой питьевой воде.

Данные сравнительных опытов свидетельствуют, что при применении интенсивной технологии шламом можно успешно заменять стандартную смесь из торфа и известняка. К нему ничего не нужно добавлять. Шлам обладает высокой водоудерживающей способностью; величина pH его около 8.

При использовании шлама соблюдаются те же сроки нанесения покровного материала, толщина его слоя, сроки инкубации и сбора урожая, что и для торфоизвестняковой смеси. При этом шампиньоны собирать легче, чем на торфяной покрышке.

Химический анализ шлама и плодовых тел, выращенных на нем, указывает на присутствие тяжелых металлов и других вредных веществ, содержание которых не превышает установленные международные нормы.

Грибоводам не рекомендуется использовать шлам из других залежей без предварительных производственных испытаний, без проведения химического анализа и официального разрешения Центрального кооперативного союза.

Дезинфекция торфяного покровного материала. Покровный материал, содержащий черный торф, перед внесением в шампиньонницу следует дезинфицировать.

При поражении шампиньонов паутинистой плесенью покровный материал дезинфицируют фундазолом из расчета 15–30 г на 1 м^3 субстрата. Препарат растворяют в воде. После полива слой покровного материала два раза взрыхляют, а остаток покровного материала насыпают для хранения в мешки из полимерной пленки и используют для подсыпки в период сбора урожая.

Для обеззараживания от нематод дезинфекцию проводят раствором формалина. Температура субстрата во время обработки должна быть выше 15 °С. При такой температуре нематоды находятся в нем в активном состоянии. Поэтому обработку лучше всего проводить летом. Кроющий слой толщиной 50 см укладывают на чистой бетонной площадке. На 1 м^3 субстрата расходуется 2 л технического формалина, который разбавляют водой в лейке до 10 л. Сразу после обработки покровный материал укрывают пленкой. Через 48 ч ее снимают, выжидают еще 2 дня, чтобы улетучились пары препарата, после чего покровный

материал несколько раз перемешивают для проветривания. Хранят его в чистом закрытом помещении, лучше всего в мешках из полимерной пленки. Дезинфекцию формалином можно проводить и непосредственно в закрытых мешках из полимерной пленки, которые выставляют на солнце на 2–3 дня.

Продезинфицированный формалином покровный материал фундазолом не обрабатывают, так как формалин оказывает фунгицидное и бактерицидное действие.

При использовании формалина люди должны соблюдать требования техники безопасности – работать в защитных очках, маске, резиновых перчатках и сапогах. К препарату и обрабатываемому материалу не должны иметь доступ дети и животные.

Сроки насыпки покровного материала. Опыт показывает, что срок насыпки покровного материала играет важную роль в получении высокого урожая. Он зависит также и от толщины слоя субстрата в мешках или, точнее, от температурного режима в них.

В мелкие (высотой до 20 см) мешки покровный материал можно насыпать сразу после их расстановки в шампиньоннице, что предотвращает излишнее иссушение субстрата, обеспечивает необходимую концентрацию углекислоты в нем, а также стимулирует более раннее плодообразование при сокращенном сроке сбора урожая. Это особенно важно, если сохраняется вероятность поражения субстрата желто-зеленой плесенью. Насыпку покровного материала можно отложить на 5 дней только в том случае, если субстрат недостаточно селективен и содержит следы свободного аммиака. Ранняя насыпка покровного материала может задержать развитие мицелия.

В мешках при толщине слоя субстрата 30 см покровный материал следует насыпать не раньше чем на 5-й день после посадки мицелия и не позже чем на 10-й день.

В мешки со слоем субстрата толщиной 40 см покровный материал следует насыпать на 10-й день после посева мицелия. В холодных шампиньонницах этот срок можно на несколько дней сократить. Насыпка покровного материала через 15 дней после посадки мицелия и позднее неблагоприятно отражалась на уровне урожая независимо от толщины слоя субстрата. По-видимому, это обусловлено недостаточным качеством субстрата, характеризующимся нарушенной селективностью, т. е. параллельным развитием конкурентных микроорганизмов, особенно желто-зеленых плесеней, и по этой причине – ранним прекращением плодоношения. Другими словами, запаздывание с насыпкой покровного материала приводит к более позднему вступлению в плодоношение, а это в комбинации с сокращением периода плодоношения снижает урожай. Следовательно, запаздывание с насыпкой покровного материала – более серьезная ошибка, чем ранняя его насыпка.

Дозировка покровного материала. Новая технология обязательно требует насыпки покровного материала слоем 2,5–3,0 см; при этом толщину слоя измеряют после первого полива. Более тонкий слой покровного материала при обильном плодообразовании и сокращен-

ном периоде сбора не удерживает достаточного количества воды. Плодовые тела шампиньона бывают с удлиненными ножками и небольшими шляпками, которые рано раскрываются. Если слой покровного материала более толстый, то начало плодообразования запаздывает. Чем толще слой покровного материала, тем более значительное запаздывание и, несмотря на то что получают более крупные и более плотные грибы, окончательный урожай бывает ниже, чем при обычной толщине слоя покровного материала.

Чтобы обеспечить равномерное прорастание мицелия в слое покровного материала и одновременное вступление шампиньона в стадию плодоношения, во всех мешках насыпку покровного материала следует проводить быстро (в течение одного-двух дней). Для этой цели используют какую-либо емкость (большой ковш, ящик или кастрюлю) определенного объема. В каждый мешок насыпают одинаковое количество покровного материала. Сразу после насыпки его разравнивают и уплотняют у стенок мешка. Стремятся к тому, чтобы материал не отделялся от мешка и чтобы вода при поливе не стекала на его дно. Покровный материал в середине мешка не утрамбовывают. Шлам, который насыпают на субстрат очень влажным, не должен "мазаться". Его поверхность не выравнивают, в результате чего создаются условия для лучшего впитывания воды при поливе и лучшего плодообразования.

Некоторые грибоводы допускают ошибки еще при размещении мешков в шампиньоннице – не выравнивают поверхность субстрата или устанавливают мешки таким образом, что поверхность субстрата становится неровной. После насыпки покровного материала эту ошибку уже не замечают, и покровный материал разравнивается так, что в различных частях мешка его толщина неодинакова. Это является причиной неравномерного начала плодообразования, подсыхания и появления отдельных "пятен" в мешках.

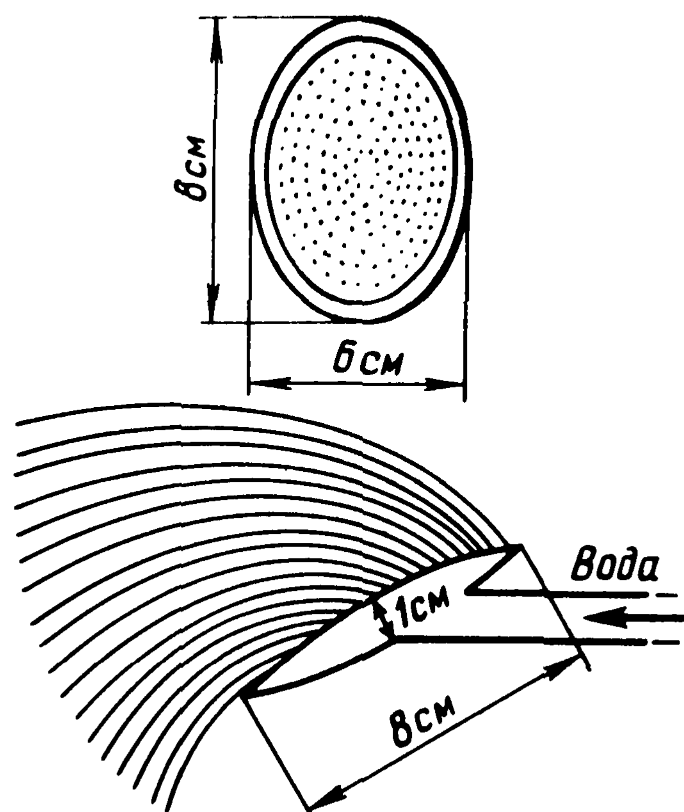
ИНКУБАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Период после насыпки слоя покровного материала на проросший субстрат до появления первых плодовых тел называется инкубационным. Уход за культурой в этот период имеет некоторые особенности, от которых зависят плодоношение и урожай.

Водный режим в слое покровного материала. Интенсивная технология производства шампиньонов сильно отличается от примитивной, и особенно в инкубационный период.

В несложных по устройству шампиньонницах мицелий развивается медленно; большую роль играет мульча, т. е. предохранение гряд от высыхания. К обильным поливам приступают позже, через одну или две

Рис. 55. Схема душевого разбрызгивателя



недели после нанесения слоя покровного материала, когда мицелий активно начнет его пронизывать.

При применении интенсивной технологии мицелий развивается быстро – менее чем за две недели он пронизывает слой субстрата в мешке и равномерно проникает в покровный материал. Поэтому слой покровного материала должен быть хорошо увлажнен еще при нанесении его на субстрат.

Чтобы облегчить себе работу, а также при отсутствии удобной площадки грибовод может провести окончательное увлажнение покровного материала в шампиньоннице. Для этого лучше всего использовать душевой разбрызгиватель с отверстиями диаметром менее 0,5 мм. Для его изготовления используют нержавеющую жесть и трубку от опрыскивателя. Швы запаивают оловом (рис. 55). Так как покровный материал не способен впитывать за один полив всю воду, необходимую для его полного увлажнения, то поливы проводят несколько раз в течение 2–3 дней. При сжатии в руке хорошо увлажненного покровного материала выделяется вода. Если покровный материал при насыпке достаточно влажный, то сразу после насыпки его либо не поливают, либо доувлажняют небольшим количеством воды.

Если покровный материал был обработан фундазолом, то в целях профилактики от бактериальной пятнистости первые поливы рекомендуется проводить хлорированной водой. Воду для полива в небольших помещениях для выращивания шампиньонов хлорируют двумя способами:

– слабым раствором хлорной извести; его применяют в концентрации 0,25 % (0,5–0,6 % активного хлора);

– хлорной известью; применяют в концентрации 0,2 %; хлорную известь насыпают в мешочек из марли или чулка и помещают в металлическом баке или в бочонке с водой (рис. 56).

Если покровный материал предварительно был обработан формалином (при этом погибает возбудитель бактериальной пятнистости), то нет необходимости в хлорировании воды для первого полива.

Если насыпку проводят недезинфицированной торфяной покрышкой, то при первом поливе ее обрабатывают фундазолом в дозе 0,5–1 г/м^2 полезной площади, а при следующем поливе проводят хлорирование. Например, если полезная площадь, рассчитанная на расстановку

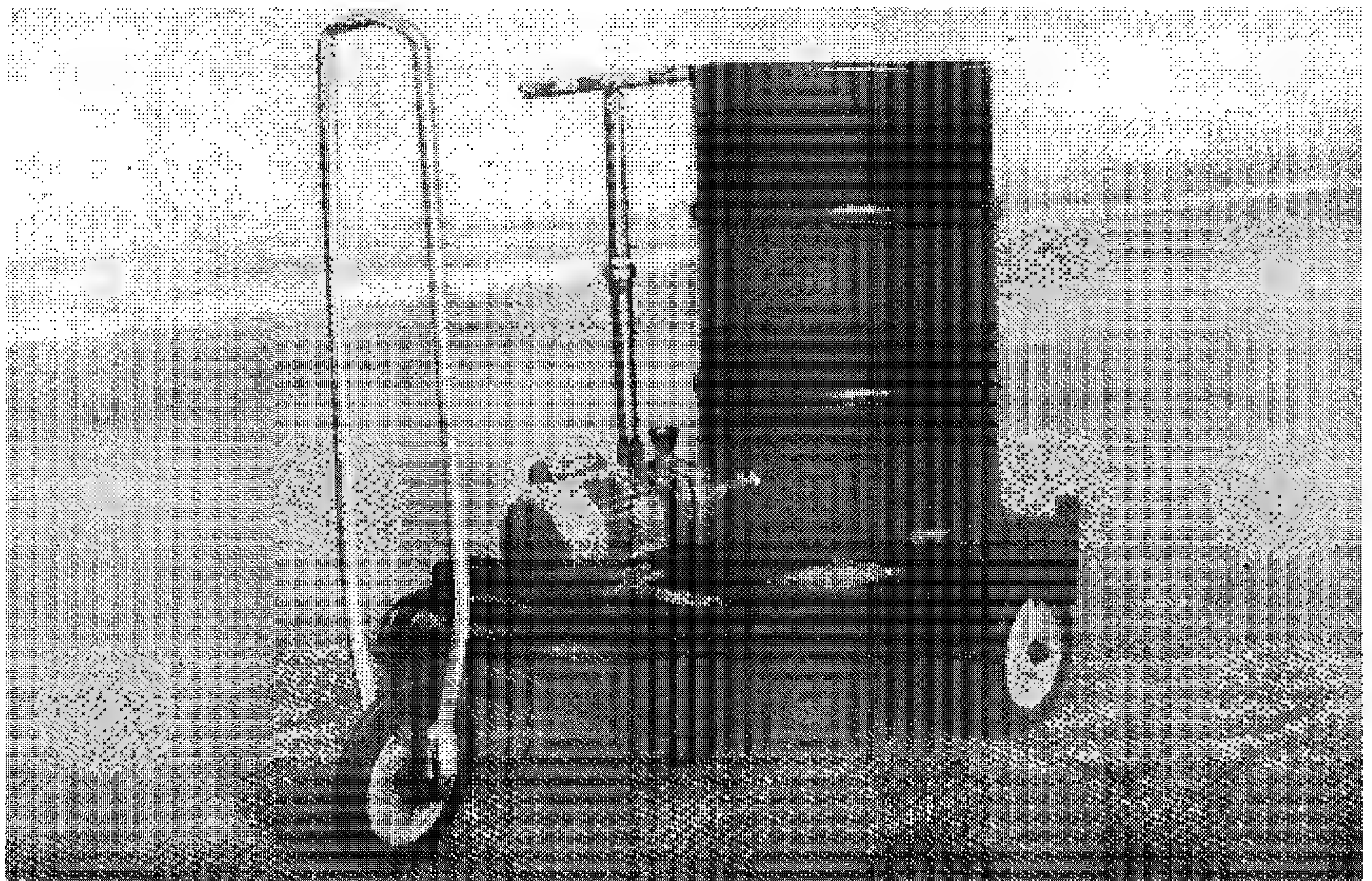


Рис. 56. Мобильное устройство для подогрева воды и приготовления дезинфицирующих растворов (хлорной извести)

800 мешков диаметром 40 см, составляет 100 м^2, то для дезинфекции покрышки необходимо 50 г фундазола. Если в предыдущем обороте культура была поражена паутинистой плесенью, то дозу фундазола в профилактических целях можно увеличить до 100 г. Если грибовод не располагает удобным распылителем и часть раствора теряется между мешками и в проходах, то следует использовать более высокие дозы раствора препарата. Его растворяют в воде и равномерно поливают им слой покровного материала. Необходим определенный навык, чтобы сочетать скорость движения опрыскивателя с нормой расхода раствора. Например, если на один мешок нужно 50 г раствора, то для 800 мешков нужно будет 40 л раствора. Добавляют 10 л на потери между мешками и препарат (100 г) растворяют в 50 л воды. Чтобы достигнуть равномерного разбрызгивания раствора, можно определить, сколько литров раствора разбрызгивает опрыскиватель за 30 с или за 1 мин. Если установлено, что за 1 мин разбрызгивается 1 л раствора, т. е. количество воды, необходимое для 20 мешков, тогда грибовод регулирует скорость движения разбрызгивателя таким образом, чтобы за 1 мин обработать 20 мешков, а если предусмотреть и потери раствора, то 18 мешков. Первое испытание можно провести, использовав чистую воду. После выполнения нескольких упражнений добиваются весьма равномерного распрыскивания раствора. Предпочтительнее проводить предваритель-

ную обработку покровного материала, которая является менее трудоемкой, позволяет избежать вдыхания препарата человеком, который проводит опрыскивание в закрытом помещении, каким является шампиньонница. По этой же причине рабочий, проводящий обработку раствором, должен двигаться по проходам в сторону, противоположную разбрызгиваемой струе.

Покровный материал из шлама в инкубационный период никакими препаратами не обрабатывают, так как он является практически стерильным. Если покровный материал при насыпке на поверхность субстрата достаточно влажный, то после насыпки его не поливают. В течение последующих дней следят за работой печей и воздушными потоками в шампиньоннице и лишь при появлении признаков иссушения покровного материала его поливают.

Первые поливы в инкубационный период можно проводить, используя воду из водопровода, без предварительного ее подогрева.

При завершении увлажнения проверяют толщину слоя покровного материала. Если он тоньше 2,5 см, то следует добавить еще покровного материала и после проверки его толщины снова полить.

Начинающие грибоводы при внедрении новой технологии не всегда принимают во внимание эти рекомендации и, исходя из практики примитивной технологии, оставляют в мешках слой покровного материала полусухим. Это чаще всего приводит к уплотнению мицелия в кроющем слое, известного среди грибоводов как "шерстистость". В этом случае покровный материал остается сухим. Он не впитывает воду, которая задерживается сверху в виде лужиц. Явление "шерстистости" может неблагоприятно отразиться на плодообразовании и на уровне урожая.

Поэтому следует проводить обильные поливы покровного материала сразу после его насыпки на поверхность субстрата.

Воздушный и тепловой режимы. Воздух в шампиньоннице характеризуется не только содержанием газов, температурой и относительной влажностью, но он может содержать пыль, возбудителей болезней и некоторых вредителей шампиньона.

Как низшее бесхлорофилльное растение шампиньон дышит, использует кислород из воздуха и выделяет углекислый газ. Накопление углекислоты выше предельно допустимой нормы отрицательно влияет на развитие мицелия или плодовых тел шампиньона.

Однако в период, когда мицелий растет в субстрате и покровном материале, он не только "переносит" высокое содержание CO_2, но она даже стимулирует его развитие в субстрате. При этом следует учитывать максимальное допустимое содержание углекислого газа в воздухе, безопасное для человека, которое составляет 0,5 %. В такой атмосфере даже свеча или спичка гаснут. Следовательно, если проветривание в шампиньоннице в этот период ограничить, концентрация углекислого газа не превысит допустимую для человека норму.

Оптимальную температуру для роста мицелия в субстрате, составляющую 21–25 °С, следует поддерживать еще с момента посадки мицелия. Поэтому в холодных шампиньонницах мицелий развивается медленно, и таким образом увеличивается продолжительность оборота культуры.

В зависимости от начальной температуры в субстрате приблизительно через 7–10 дней после посадки наблюдают уплотнение и саморазогрев субстрата в мешках. Чтобы избежать перегрева и гибели мицелия, регулярно следят за температурой в субстрате, и если она превысит 21–22 °С, то ограничивают или полностью отключают отопление в шампиньоннице.

При температуре в субстрате выше 25 °С рост мицелия шампиньона двуспорового замедляется, гифы становятся тонкими и изнеженными, а при температуре 30–33 °С мицелий погибает.

Для контроля за температурой термометры устанавливают в середине мешка на глубину не менее 10 см. Выбирают характерные места в шампиньоннице – на нижнем и верхнем ярусах стеллажей, ближе и подальше от печей и т. д. Температуру в субстрате можно снижать усилением вентиляции и перемещением мешков, находящихся под угрозой перегрева.

Чтобы избежать занесения в шампиньонницу вместе с воздухом пыли и инфекции, вентиляционные отверстия следует закрыть сеткой, а территорию возле шампиньонницы подметать и увлажнять, содержать под газонами.

Так как грибных мух и комариков можно занести в помещение вместе с субстратом, в инкубационный период необходимо внимательно следить за появлением мух и комариков на покровном материале или у окон и ламп и принимать быстрые меры для их уничтожения. В этот период можно использовать инсектициды для опрыскивания.

Относительная влажность воздуха в начале инкубационного периода шампиньонов не играет большой роли, поскольку мицелий расположен далеко от поверхности слоя покровного материала, который его предохраняет от высыхания, а сам покровный материал регулярно поливают. Значение влажности воздуха возрастает, когда мицелий достигнет поверхности покровного материала и начнется плодообразование.

В течение 16–20 дней в зависимости от условий микроклимата в шампиньоннице, срока нанесения слоя покровного материала и его толщины мицелий прорастает в субстрате, пронизывает слой покровного материала и быстро достигает его поверхности. Это лучше всего наблюдается через полимерную пленку и вдоль края мешка.

При незначительном раскапывании пальцами слоя покровного материала на различной глубине видны более тонкие или более толстые белые нити мицелия. Быстрое и сильное развитие мицелия в субстрате предполагает и обильное плодоношение.

Период плодообразования. Решающее значение для получения хоро-

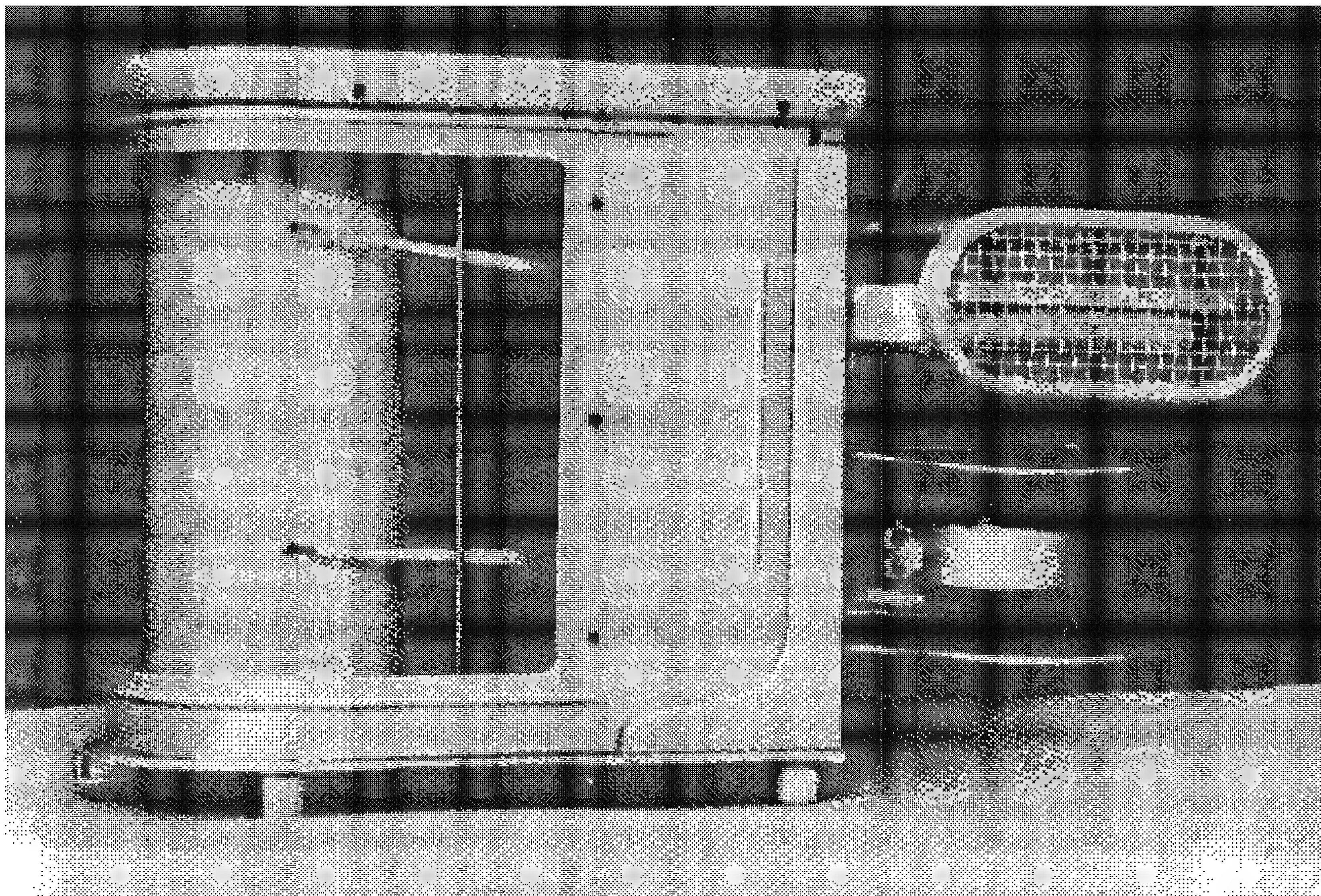


Рис. 57. Термогигрограф

шего урожая имеет период плодообразования, который предшествует периоду сбора урожая.

Для нормального прохождения первой волны плодоношения необходимо, чтобы слой покровного материала был обильно увлажнен. Относительная влажность воздуха должна составлять 90–95 %, температура воздуха в культивационном помещении – 18 °С и содержание CO_2 в воздухе – менее 0,1 %. В конце инкубационного периода грибовод должен постоянно следить за соблюдением этих показателей и развитием мицелия.

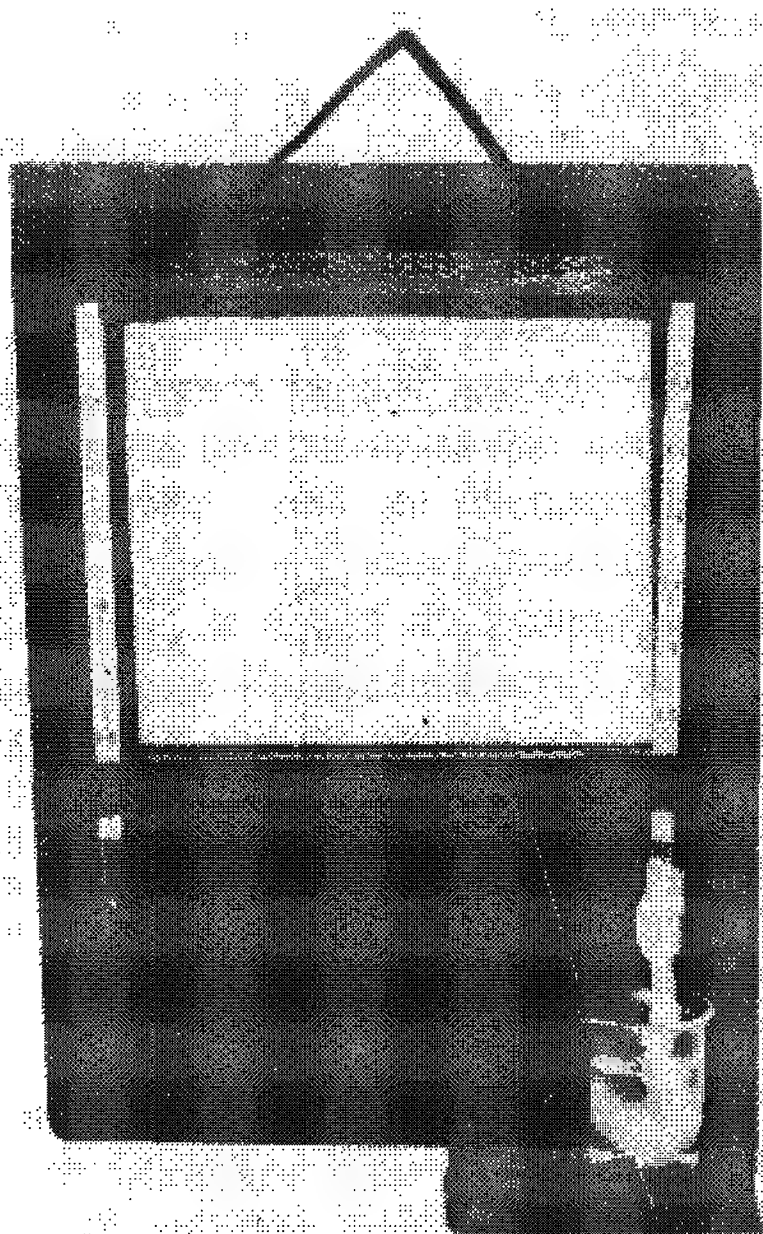


Рис. 58. Психрометр Августа, изготовленный вручную из двух лабораторных ртутных термометров

Температуру и влажность воздуха в шампиньоннице удобнее всего определять с помощью термогигрографа (рис. 57), но грибовод может пользоваться и психрометром Августа, который является наиболее доступным. Его можно изготовить из двух ртутных лабораторных термометров со шкалой до 50 °С, которые прикрепляются к дощечке на расстоянии примерно 20 см друг от друга (рис. 58). Между термометрами прикрепляется таблица для снятия показаний температуры и влажности. Один термометр называют сухим, а второй – смоченным. Резервуар с ртутью одного термометра оборачивают хлопчатобумажным фитилем, конец которого погружают в сосуд, постоянно наполненный водой. Показания температуры двух термометров различаются, потому что смоченный термометр охлаждается от испарения воды. По разнице в показаниях двух термометров определяют относительную влажность воздуха (табл. 18). Психрометр подвешивают на видном и доступном месте в шампиньоннице, но подальше от печей и вентиляционных отверстий.

Снятие показаний проводится следующим образом: если сухой термометр показывает 12 °С, а смоченный – 10 °С, то разница между двумя показаниями составит 2 °С. В таблице против величины показания сухого термометра (первая графа) 12 °С и при разнице в показаниях двух термометров (пятая графа), составляющей 2 °С, на пересечении находим относительную влажность воздуха в помещении (78 %). Если разность температур равна 1,5 %, то относительная влажность составит 83 % и т. д.

Таблица 18. **Относительная влажность воздуха, %**

Показания сухого термометра, °С	Разница в показаниях двух термометров							Примечание
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	
8	93	87	80	75	63	51	40	Температура приведена в пределах, которые допустимы в шампиньонницах
9	94	88	81	76	64	53	42	
10	94	88	82	76	65	54	44	
11	95	88	83	77	66	–	–	
12	95	89	83	78	68	–	–	
13	95	89	84	78	69	–	–	
14	95	90	84	79	70	–	–	
15	95	90	84	80	71	–	–	
16	95	90	85	81	71	–	–	
17	95	90	85	81	72	–	–	
18	95	91	86	82	73	–	–	
19	95	91	86	82	74	–	–	
20	96	91	87	83	74	–	–	

Если кончики нитей гифов мицелия достигнут высоты нескольких миллиметров над поверхностью слоя покровного материала, это указывает на то, что следует охладить воздух в шампиньоннице, т. е. провести усиленную вентиляцию. При этом нужно учитывать все четыре фактора, влияющих на плодоношение. Например, если слой покровного

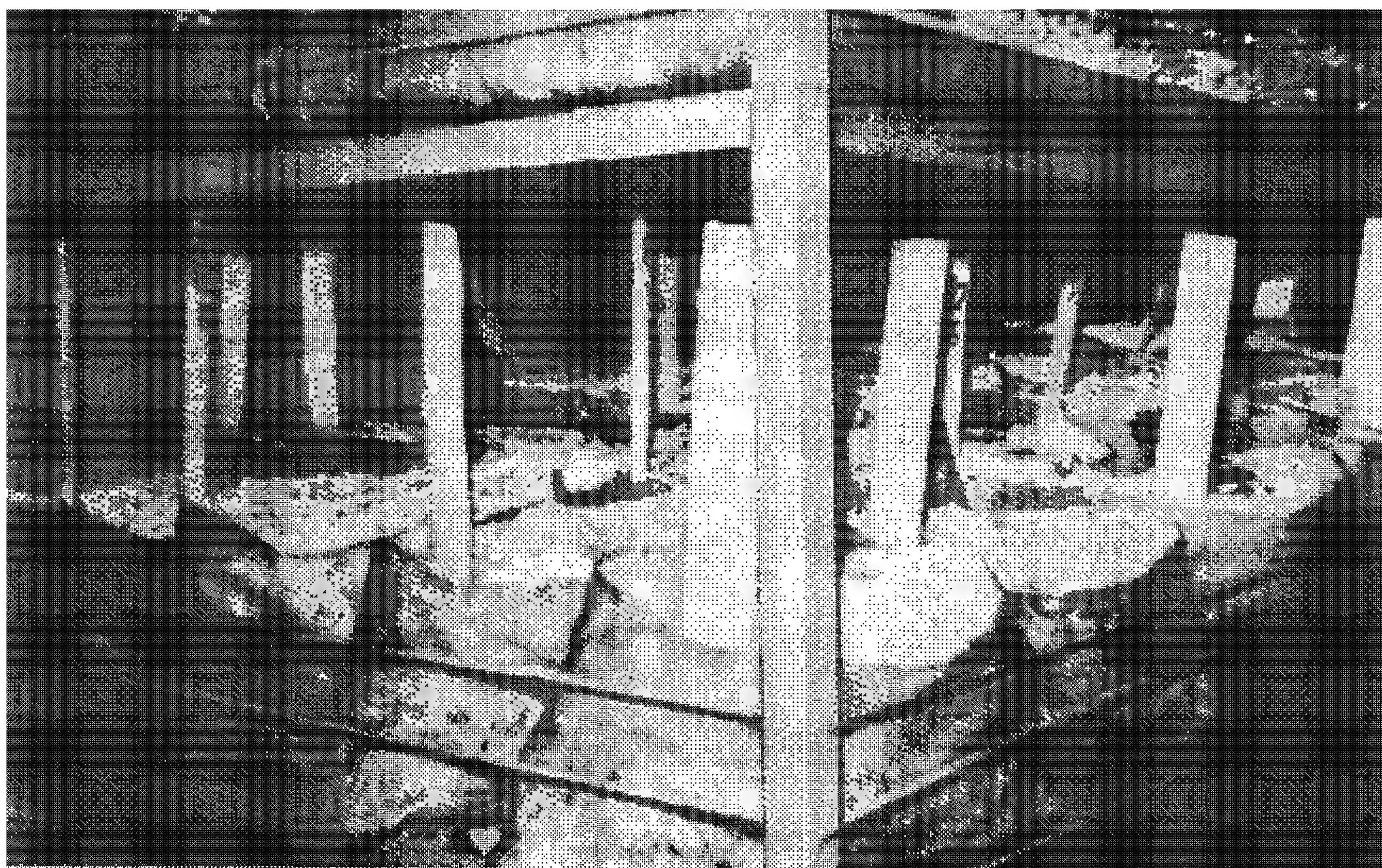


Рис. 59. Воздушный мицелий, который переходит в строму

материала останется сухим, температура воздуха будет высокой или концентрация CO_2 в воздухе превысит допустимую норму, то мицелий сильно уплотняется в слое покровного материала и превращает его в прочную "плиту".

При достаточном доступе свежего воздуха, оптимальной температуре и достаточной влажности еще не все потеряно. Слежавшийся покровный материал ("плиту") можно проколоть в 15–20 местах (большой отверткой), отверстия заполнить свежим покровным материалом, обильно полить. Мицелий в это время является очень жизнеспособным. Продырявленные "плиты" можно поливать даже без подсыпки покровного материала. Обычно эти меры помогают, и через несколько дней образуются первые завязи. Это показывает, что "шерстистость" ликвидирована, но грибовод должен помнить о том, что урожаю уже нанесен ущерб.

Если в шампиньоннице обеспечены оптимальная влажность в слое покровного материала и оптимальная температура воздуха, но воздух несвежий, насыщен углекислотой, то мицелий сильно развивается и прорастает сквозь слой покровного материала (воздушный мицелий, похожий на паутину). Затем он уплотняется, образует белые грибные оболочки, которые напоминают разбросанный творог. Если не принять мер для вентиляции шампиньонницы, то мицелий может потерять свою способность образовывать плодовые тела, а белые оболочки превращаются в бесформенную грибную массу, так называемую грибную строму (рис. 59).

Такое положение особенно осложняется при высокой температуре воздуха. Отдельные плодовые тела, которые все же кое-где образуются, растут твердыми, деформированными, с темными сухими пятнами.

В зависимости от степени развития стромы отмечается частичная или полная потеря урожая. Не помогает в этом случае ни рыхление, ни замена затвердевшего слоя покровного материала. Вот почему, если строма все же появилась, то воспрепятствовать ее дальнейшему развитию можно усилением вентиляции и охлаждением воздуха в шампиньоннице. В мешки подсыпают свежий покровный материал слоем в несколько миллиметров. Производится также обильный полив до образования на покровном слое лужиц. Можно и проколоть отверткой слой покровного материала в нескольких местах. Не рекомендуется использовать планку с гвоздями, так как часто вместе с нею от субстрата отламывается весь покровный слой.

Мы хотим предупредить начинающих грибоводов о том, чтобы они не переходили из одной крайности в другую – не принимали мощное развитие нормального мицелия за чрезмерный рост мицелия, а также первые завязи на поверхности покровного слоя – за строму!

Появление на грядах воздушного мицелия, похожего на негустой мох, свидетельствует о недостаточной вентиляции. В этом случае рекомендуется произвести опрыскивание подогретой до 15–16 °С водой и проветрить шампиньонницу. Вода склеивает гифы мицелия с покровным слоем (покрышкой) и вместе со свежим воздухом стимулирует образование плодовых тел (рис. 60).

В период плодообразования также не следует допускать внезапного снижения температуры воздуха, например до 7–8 °С, что вполне возможно зимой. Этот температурный стресс в период, когда температура субстрата достигает более 20 °С, может привести к сильной конденсации водяных паров в слое или под слоем покровного материала, на внутренней стороне мешков и в субстрате, что может вызвать гибель мицелия и образование "черного слоя" под покровным слоем.

Воздух в шампиньоннице может загрязниться еще от дыма, который особенно вреден для шампиньона, если он выделяется из нестандартных отопительных печей (работающих на дизтопливе). Наибольший вред урожаю причиняет дым в период образования плодовых тел. Небольшие завязи довольно чувствительны к дыму, они деформируются и растрескиваются (см. рис. 51). Иногда погибает весь урожай во время первой волны плодоношения, а незначительное число плодовых тел, которые все же вырастают, имеют форму воздушной кукурузы. Потери в этот период могут составить до 30 % валового урожая.

В период плодообразования желательно мелкие завязи не поливать.

В небольших шампиньонницах в виде исключения в этот период поливают субстрат в тех лишь мешках, покровный слой в которых слишком сухой. Для полива используют воду, подогретую до 16–



Рис. 60. Первые грибы. Уплотнения мицелия в слое покровного материала и над ним не имеют ничего общего со стромой

18 °С. Лучше всего воду хранить в емкостях (металлических баках, бочонках, ведрах) в самой шампиньоннице и подогревать ее до температуры воздуха естественным путем. Если воду подогревают нагревательным прибором или добавлением горячей воды, то перед поливом ее следует хорошо перемешать, а температуру воды измерить термометром.

Обычные поливы в шампиньоннице можно проводить, как только завязи достигнут диаметра 1 см. Период от образования первых плодовых узелков до начала их усиленного роста может составлять от 3–4 до 20 дней; он зависит от условий в шампиньоннице, штамма, а также от состояния мицелия в субстрате. Плодоношение начинается в том случае, если мицелий в субстрате мощно развился и в нем накопилось достаточное количество питательных веществ, необходимых для питания плодовых тел.

ПЕРИОД ПЛОДОНОШЕНИЯ

Уход за культурой в период плодоношения. При массовом появлении небольших завязей в шампиньоннице следует поддерживать постоянный режим:

– температура воздуха 12–18 °С;

– относительная влажность воздуха 85–90 %;

– содержание CO_2 в свежем воздухе не более 0,1 %.

Шампиньон двукольцевой в отличие от двуспорового предъявляет больше требований к температуре воздуха и значительно меньше – к содержанию диоксида углерода в воздухе. Оптимальная температура для плодоношения шампиньона двукольцевого зависит от штамма и составляет 23–28 °С. При более низкой температуре задерживается как плодообразование, так и рост плодовых тел. При концентрации CO_2 в воздухе помещения до 0,2 % ножки плодовых тел у шампиньона двукольцевого не удлиняются.

Первый сбор урожая при нормальных условиях в зависимости от толщины слоя субстрата и срока насыпки покровного материала наступает на 16–26-й день после посадки мицелия, т. е. на 10 дней раньше, чем в самой удачной примитивной шампиньоннице. Однако в холодных шампиньонницах, особенно если были допущены ошибки при компостировании, развитие мицелия задерживается, соответственно задерживается и начало периода сбора урожая. Последнее обусловливает и стрессы в период плодообразования, образование "шерстистости", развитие стромы на поверхности покровного слоя. В период сбора урожая лучше всего проявляются преимущества новой технологии. Правильно приготовленный и термически обработанный субстрат практически свободен от таких вредителей грибов, как мухи, клещи, подуры и нематоды; погибают также и возбудители многих болезней грибов. Быстрое развитие мицелия имеет то преимущество, что шампиньон обгоняет в развитии своих конкурентов. Это позволяет снизить или полностью исключить применение инсектицидов.

Уход за культурой в шампиньоннице включает: поддержание необходимой температуры, ежедневный сбор урожая, очистку покровного слоя от ножек и других отходов грибов, заполнение образовавшихся ямок свежим покровным материалом, полив при необходимости и вентиляцию после каждого полива.

Поливы проводят водой температурой не ниже 12 °С. Один раз в неделю полив проводят хлорированной водой.

Режим полива сохраняет свое важное значение и после завершения периода плодообразования. Очень важно поливать вовремя, используя при этом необходимое количество воды. Обычно в те дни, когда убирают основную часть урожая, полив не производят. Однако иногда грибовод в такой степени увлекается сбором урожая, что пропускает благоприятный момент для полива и подготовки следующей волны плодоношения, а это неблагоприятно отражается на уровне урожая и качестве продукции. Не случайно говорят, что полив в шампиньоннице является искусством.

Первый раз полив проводят, когда диаметр плодовых тел достигает 1 см; норма полива составляет ежедневно 0,5–1 л на 1 м^2 полезной

площади. Доказано, что для формирования 1 кг плодовых тел покровный слой должен получать 2 л воды за несколько поливов (в очень холодных, влажных шампиньонницах потребность в воде меньше).

Потребность в воде для поливов при новой технологии выше, так как каждый мешок представляет самостоятельную производственную единицу, и плодовые тела, находящиеся в одном мешке, не могут получать ни питательные вещества, ни воду из соседних мешков.

Новая технология требует больших затрат труда в период сбора урожая, поскольку этот период является более коротким, а урожаи бывают на 60–100 % выше по сравнению с урожаями при примитивной технологии. Плодовые тела мельче, чем при старой технологии, а это также требует значительных затрат труда как при сборе урожая, так и при обрезке ножек.

Задержка со сбором урожая при первых обильных трех волнах плодоношения приводит к удлинению ножек и более раннему раскрытию шляпок, что снижает экономические результаты, так как цены на грибы с раскрытыми шляпками бывают более низкими.

Для экономии времени при покровном слое достаточной глубины перед третьей волной плодоношения очистку покровного слоя от остатков ножек, а также засыпку ямок, образовавшихся при съеме грибов, можно не проводить, но ямки, образовавшиеся при съеме больших групп грибов, нужно засыпать. Однако ни в коем случае не следует пропускать очередной полив, так как завязи второй волны плодоношения формируются еще до того, как убраны грибы первой волны плодоношения, а третьи – до того, как будут убраны грибы второй волны плодоношения. Если полив производить позднее, то струей воды и песчинками от покровного слоя можно повредить завязи плодовых тел. Грибовод должен учитывать также требования конкретного штамма, который он выращивает.

После каждого полива шампиньонницу следует вентилировать, чтобы не оставались капли воды на плодовых телах и не создавались условия для развития бактериальной пятнистости.

В период сбора урожая продолжается выделение CO_2 как мицелием, так и плодовыми телами. Чем активнее волна, тем больше выделяется CO_2, который тяжелее воздуха, и удерживается над покровной землей. Плохо обрезанные в верхней своей части мешки также задерживают CO_2. Последствие этого – образование грибов с удлиненными ножками, а часто и с маленькими шляпками, которые преждевременно раскрываются. Это приводит к снижению качества и потере части продукции.

Если не принять мер к эффективному проветриванию и своевременному сбору урожая, то масса грибов с раскрытыми шляпками в общем урожае может составлять более 20 %.

Воздушный режим в шампиньоннице улучшается при включении рециркуляционного вентилятора, с помощью которого снижается концентрация CO_2 над слоем покровного материала (см. рис. 4).

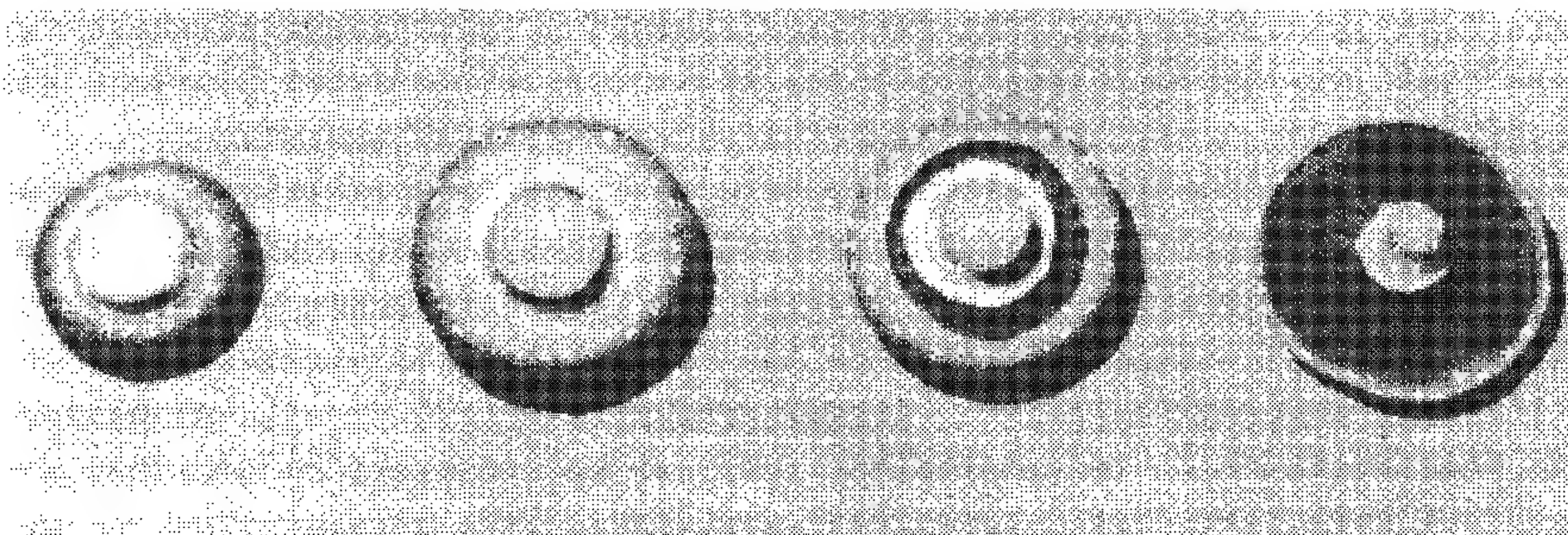


Рис. 61. Биологические степени зрелости шампиньона:

Слева направо — бутон, пуговица, мисочка, плоский гриб

В течение всего периода плодоношения необходимо следить за состоянием грибов и за появлением вредителей в шампиньоннице и вовремя принимать меры по борьбе с ними. Поэтому каждый грибовод должен знать симптомы поражения грибов как болезнями, так и вредителями и вовремя обращаться в лабораторию по защите растений.

В период сбора урожая применять пестициды следует ограниченно (только в крайнем случае) и под непосредственным руководством специалиста. Виды препаратов, допускаемых к применению в шампиньоннице, публикуются в специальных списках. В шампиньоннице запрещается проводить обработку грибов ядовитыми препаратами. Если появляется необходимость в обработке, то проводят ее только по поверхности покровного слоя в период между волнами плодоношения. Кроме того, для каждого препарата необходимо знать срок ожидания, т. е. время после опрыскивания, в течение которого запрещен сбор грибов, и максимальную дозу, которую можно внести на 1 м^2 полезной площади. Например, препарат фундазол не распадается, а аккумулируется в покровном слое, и поэтому его нельзя использовать в дозе, превышающей 2,8 г/м^2 полезной площади за период плодоношения (для всех опрыскиваний, взятых вместе).

Прямо на грибы допускается лишь полив хлорированной водой.

Сбор урожая, отправка продукции и валовой урожай. Грибы собирают и сортируют согласно государственному стандарту (рис. 61). Закупочная цена зависит от качества продукции.

Мелкие производители заключают договоры с потребителями или непосредственно с заводом по переработке грибов. Согласно договору авторефрижераторы ежедневно отвозят продукцию на перерабатывающее предприятие. Таким образом, грибовод может иметь гарантированный сбыт продукции. Однако все же приемка и транспортировка продукции от многочисленных мелких производителей связаны с некоторыми неудобствами.

Обычно день в шампиньоннице начинается со сбора урожая, затем проводятся очистка грибов и подсыпка покровного слоя, полив и проветривание шампиньонницы. После полива грибы не собирают, так как они через несколько часов могут покрыться ржавыми пятнами. Кроме того, мокрые грибы интенсивнее дышат и быстрее раскрываются. Некоторые грибоводы обильно поливают грибы даже за несколько часов до сбора урожая для того, чтобы они подросли. Уже готовые для сбора грибы с оформленными ножками, в самом деле, после полива быстро растут, но при этом и быстро раскрываются, что ухудшает их качество.

Собранные грибы подрезают, сортируют и укладывают в чистые пластмассовые коробки емкостью до 5 кг. При транспортировке в коробках вместимостью около 10 кг грибы повреждаются.

Иногда собранные грибы не сразу сдают на закупочный пункт, а оставляют их в помещении для сбора урожая или в другом помещении на всю ночь. Этого делать нельзя, особенно в летний сезон, когда температура воздуха может превышать 14 °С. При температуре воздуха выше 4 °С в тканях грибов продолжаются процессы обмена веществ. Грибы дышат, ножки их удлиняются, шляпки раскрываются, бледно-розовые пластинки темнеют, а ткань гриба размягчается. Еще больше портятся грибы при хранении в крупных упаковках. При этом ухудшается качество грибов, увеличиваются и потери их массы, которые могут составлять от 3 до 10 %. Поэтому грибы нужно хранить в холодильной камере. У грибов, охлажденных до 3 ± 1 °С, замедляются процессы дыхания и таким образом сохраняется их качество.

Если все же необходимо временно хранить собранные грибы на месте, то это можно сделать в шампиньоннице или в каком-нибудь другом сухом и прохладном помещении, лучше всего с бетонным полом. Упаковки складывают на полу в один или, самое большее, – в два ряда. Не допускается хранение в крупных блоках из плотно уложенных одна к другой и одна на другую коробок. Коробки укрывают влажным полотном и ставят рядом с такими промежутками, чтобы обеспечивалась хорошая циркуляция воздуха между ними. Не допускается опрыскивание грибов водой, так как при этом шляпки их раскрываются и появляются бактериальные пятна на кожице.

Некоторые грибоводы предпочитают сдавать продукцию в слабом или крепком рассоле. При переработке грибов непосредственно после их уборки сохраняется их качество, но засолка грибов требует специальной подготовки (см. приложение 4). Грибы в слабом рассоле можно приготовить и на кооперативном пункте.

Плодоношение двуспорового шампиньона, независимо от штамма, проходит волнами, интервалы между которыми составляют до 7 дней.

У шампиньона двукольцевого плодоношение проходит волнами с интервалом 8 - 10 дней.

Если плодоношение протекает нормально, то за первые 30 дней убирают около 80 % всего урожая. За 45 дней плодоношения получа-

ют удовлетворительный урожай, поэтому экономически невыгодно удлинять период плодоношения, так как после 6-й или 7-й волны на плодовых телах появляется пятнистость, вызванная различными возбудителями болезней, размножаются также грибные мухи и комарики.

Период сбора урожая в холодных шампиньонницах составляет 60 и более дней. Продолжительность периода плодоношения не зависит от толщины слоя субстрата в мешках. Опыт показывает, что средний урожай в шампиньоннице, подготовленной к работе по новой технологии, может достигать 130–160 кг свежих шампиньонов с обрезанными ножками на 1 т термически обработанного субстрата влажностью 65 %, но этот урожай может быть повышен до 200 – 240 и даже до 300 кг с 1 т субстрата.

В расчете на 1 $м^2$ полезной площади в зависимости от толщины слоя субстрата в мешке урожай может составлять: при слое субстрата 20 см – 13–16 кг и более; при слое 30 см – 17–22 кг и более; при слое 40 см – 21–26 кг и более.

Урожай в основном зависит от усилий грибовода, который должен хорошо знать требования шампиньона в отдельные фазы его развития и удовлетворять их в соответствии с особенностями технологии. Данные наблюдений, проведенных при внедрении новой технологии, свидетельствуют, что самые крупные ошибки совершаются в первой фазе компостирования, затем при термической обработке и, наконец, в период плодообразования. Эти ошибки часто нельзя исправить никакими дополнительными мерами.

В наших опытах самый высокий урожай, полученный при выращивании шампиньона двукольцевого в личном хозяйстве, составил 170 кг на 1 т термически обработанного субстрата. Трудности при выращивании этого вида шампиньона связаны с развитием конкурентных плесеней в субстрате из-за высокой его температуры в период прорастания мицелия, а также с проникновением грибных мух и комариков вследствие плохого уплотнения отверстий в шампиньоннице и быстрым их размножением. Нередко приходится отапливать шампиньонницу даже в летний сезон. Шампиньон двукольцевой устойчив к шампиньонному вирусу, что является его большим преимуществом.

Сравнительные опыты со штаммами. Резерв для повышения урожая – использование новых штаммов шампиньона, но разнообразия условий выращивания в личных хозяйствах настолько велики, что не дают возможности рекомендовать каждому производителю тот или иной штамм. Поэтому мы рекомендуем проводить сравнительные опыты с несколькими различными штаммами. Основной штамм следует использовать в качестве контроля для сравнения.

В сравнительном опыте каждый штамм должен быть посажен в одинаковое количество предварительно взвешенного субстрата, в одинаковое количество мешков, которые будут находиться в одинаковых условиях. Не следует допускать постороннего влияния на некоторые

штаммы, например, печей, дверей, окон и т. д. Лучше всего мешки ставить на втором ярусе, в середине стеллажа, вдали от печи. Мешки с отдельными штаммами следует располагать таким образом, чтобы можно было собирать урожай с одного прохода, не обходя вокруг стеллажа.

При проведении опытов со штаммами различных разновидностей наибольшее внимание следует уделять режиму полива, который должен быть различным для каждого штамма, т. е. для каждой опытной делянки. В тетради-дневнике необходимо ежедневно вести записи о состоянии каждой опытной делянки.

Собранные грибы, рассортированные по качеству на отдельные штаммы, складывают в отдельные ящики, ведра или другие емкости, плодовые тела обрезают, взвешивают отдельно. Ежедневный сбор грибов по датам записывают в специальную тетрадь. В конце опыта количество грибов из отдельных сборов суммируют, определяют средний урожай в расчете на мешок, квадратный метр и тонну термически обработанного субстрата и сравнивают с такими же данными по другим штаммам. Опыт необходимо повторить 2–3 раза в нескольких последовательных закладках (в нескольких оборотах культуры).

При проведении этих опытов важно учитывать и качество продукции, так как, если урожай при использовании нового штамма возрастает на 10 % по сравнению с контролем, но при этом качество продукции (например, из-за преждевременного раскрывания шляпки) снижается на 20 %, этот штамм является непригодным. В таком случае экономически выгодно использовать штамм, дающий более низкий урожай, так как плодовые тела его отличаются более высоким качеством и он более устойчив к неблагоприятным условиям в шампиньоннице в течение данного сезона.

ГРИБОВОДСТВО И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Современные технологии производства сельскохозяйственной или промышленной продукции уже работают по закрытому производственному циклу, без отходов, загрязняющих окружающую среду, в самом широком смысле слова.

Производство шампиньонов тоже может быть источником загрязнения окружающей среды. Например, при транспортировке соломы и органических удобрений в открытых грузовых машинах засоряются дороги; сток навозной жижи с компостных площадок в поливные системы или водоносные слои загрязняет почву или водоисточники; развившиеся навозные и домашние мухи на компостных площадках и выделяемые навозом запахи загрязняют воздух близлежащих населенных пунктов и т. д. Не случайно современные технологии компостирования предусматривают при строительстве площадок для компостирования их пространственную изоляцию от населенных пунктов; строи-

тельство бетонных площадок и навесов, устройств канализации и резервуаров для повторного использования навозной жижи; проведение борьбы с мухами; ограждение площадок для компостирования.

Загрязнять окружающую среду может также уже использованный субстрат, если его выбрасывают в ямы, реки и овраги и т. д., а также использованные мешки из полимерной пленки, которые не гниют. Если отработанный субстрат не используют, то его следует отвезти на свалку. Мешки из полимерной пленки необходимо собирать и сжигать. Отработанный субстрат может быть и источником инфекции при выращивании грибов как в примитивных, так и в интенсифицированных шампиньонницах. В современных шампиньонницах после каждого оборота культуры отработанный субстрат дезинфицируют, нагревая его чаще всего паром до температуры 72 °С в течение 10–12 ч. Для экономии энергии разработан метод, при котором дезинфекцию паром комбинируют с обработкой формальдегидом, который сохраняет активность и при высокой температуре. Пропаривание, комбинированное с окуриванием, прекращают, как только максимальная температура достигает 72 °С. После охлаждения субстрат без опасения можно вынести из шампиньонницы.

Совершенно по-другому поступают на небольших предприятиях по производству шампиньонов, где отработанный субстрат выбрасывают из шампиньонниц, не продезинфицировав его. Он высыхает и становится источником инфекции. Особенно опасны споры паразитирующей желтой плесени рода Мицелиофтора и споры больных вирусами шампиньонов.

Чтобы уменьшить опасность заражения культуры при ее следующем обороте, грибоводам нужно соблюдать правила гигиены:

– осуществлять транспортировку исходных материалов для субстрата в закрытых грузовых автомобилях;

– правильно проводить компостирование, включая пастеризацию субстрата;

– быстро выгружать субстрат из термической камеры и без задержки проводить посадку мицелия;

– проводить постоянную борьбу с вредителями шампиньонов;

– остатки от ножек и поврежденных плодовых тел следует закапывать в яму или выбрасывать на городскую свалку;

– проводить обильный полив субстрата перед тем, как вынести мешки из шампиньонницы, а если есть опасность инфекции, то в воде для полива следует растворить какой-либо препарат (медный купорос, хлорную известь, формалин);

– субстрат транспортировать только в мешках;

– проводить уборку шампиньонницы и территории возле нее;

– обязательно мыть стены, потолок и пол шампиньонницы; если есть стеллажи, то их следует очищать проволочной щеткой и мыть;

– проводить дезинфекцию шампиньонницы формальдегидом;

– побелку стен и потолков осуществляют раствором свежегашеной извести и медного купороса; металлические стеллажи медным купоросом не обрабатывают; если они заржавели, то ржавчину удаляют проволочной щеткой и окрашивают стеллажи масляной краской;

– основную дезинфекцию земляных полов в шампиньоннице проводят 1–3 %-ным раствором каустической соды.

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ ШАМПИНЬОНОВ

БОЛЕЗНИ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В СУБСТРАТЕ

Бурая гипсовка. Вызывается грибом бурой плесени *Papulaspora byssina* Hotson. Причины болезни – недозревший или сырой субстрат, наличие свободного аммиака в нем. Следовательно, болезнь возникает вследствие неправильного компостирования. Возбудитель болезни использует те же питательные вещества, что и шампиньон, и поэтому его относят к грибам-сотрапезникам.

На поверхности субстрата, еще не засыпанного покровным материалом, а также на слое покровного материала появляются белые пятна неправильной формы. Растертый пальцами мицелий возбудителя выделяет характерный сладковатый запах. Через несколько дней пятна, начиная от середины, постепенно темнеют (рис. 62). Это свидетельствует о начале спорообразования. Споры гипсовки приобретают коричнево-кофейную окраску. Вскоре белые пятна исчезают, а бурые споры становятся незаметными.

Меры борьбы. Правильное компостирование и пастеризация.

Плесень мучнистая (белая гипсовка). Появляется на поверхности субстрата через несколько дней после его загрузки в шампиньонницу. Причины ее появления – повышенная влажность субстрата и воздуха, а также недостаточная вентиляция.

Меры борьбы. Надлежащая вентиляция; опыление поверхности субстрата гипсом.

Зеленая плесень (*Chaetomium* sp.). Эта болезнь шампиньонов часто встречается при выращивании их в больших современных помещениях. Болезнь

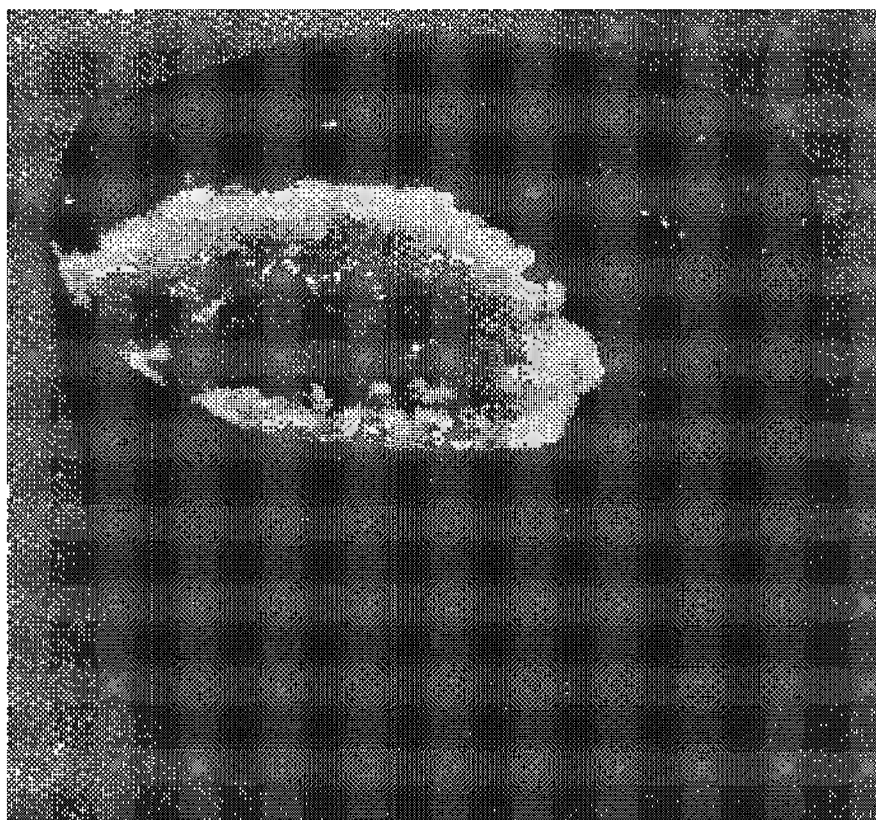


Рис. 62. Бурая или коричневая гипсовка

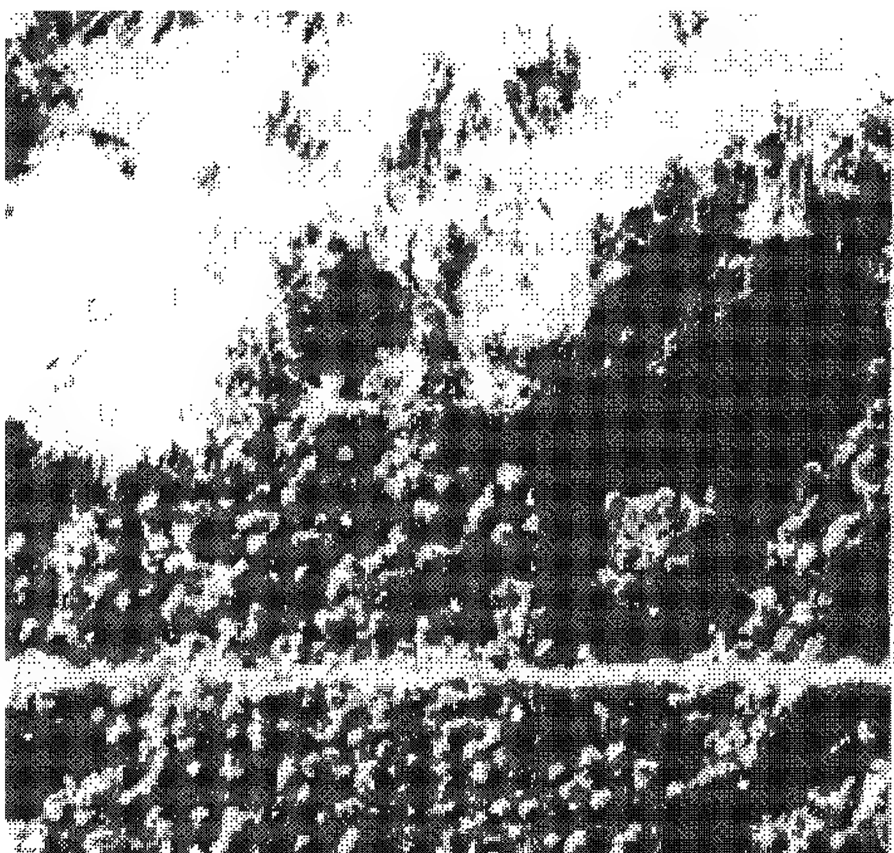




Рис. 63. Зеленая плесень (*Chaetomium* spp.) (*А*). Сильно увеличенная соломина субстрата, пораженная зеленой плесенью (*Б*) (по Федеру)

вызывают различные виды грибов из рода *Chaetomium* (рис. 63). Они широко распространены в природе, попадают в субстрат вместе с исходными материалами для него и вместе с другими микроорганизмами и плесенями участвуют в процессе ферментации. Так как возбудитель является термофильным микроорганизмом, он не погибает при пастеризации и выносит более высокую температуру (65 °С и выше). Если в перегретом субстрате погибают остальные микроорганизмы, *Chaetomium* остается без конкурентов и развивается быстро и в большом количестве. Мицелий этого плесневого гриба состоит из тонких паутиновидных гиф, которые быстро поражают субстрат и придают ему особый запах погреба, в котором появилась плесень. В таком субстрате мицелий шампиньона не находит необходимых для него питательных веществ и чаще всего погибает, а *Chaetomium* начинает спорообразование. На соломинках субстрата появляются небольшие (1–2 мм) бутончики от светло-зеленого до оливково-зеленого, а позже – даже черноватого цвета. Это спороносцы (перитеции) гриба, наполненные окрашенными в зеленый цвет спорами. Имеются разновидности *Chaetomium* с белыми или бежевыми спороносцами. Остаточный аммиак в субстрате, а также сильное насыщение его углекислотой в период термической обработки из-за недостаточного притока свежего воздуха стимулируют развитие этого гриба. Неравномерное перемешивание куриного помета в исходной смеси также создает условия для сильного развития зеленой плесени.

Меры борьбы. Они носят лишь профилактический характер и состоят прежде всего в соответствующей дозировке исходных материалов для субстрата и правильном компостировании. Процесс пастеризации нужно

тщательно контролировать, чтобы не допустить перегрева, реаммонификации и чрезмерного насыщения массы субстрата углекислотой.

Иногда все же можно получить невысокий урожай, если пораженный болезнью субстрат перетрясти и посадить мицелий второй раз. Перед перебивкой субстрат можно посыпать суперфосфатом (порошок).

Бурая плесень (*Botrytis crystallina* Sac.). Возбудитель этой болезни – плесневый сапрофитный гриб *Botrytis crystallina* Sacc. Поражение этим грибом свидетельствует о том, что субстрат недостаточно селективен. Плесень появляется на субстрате как еще до насыпки покровного материала, так и после его насыпки. Сначала плесень выглядит пушистой и белесой, но вскоре превращается в пыльный коричнево-сизый налет без четких контуров. При похлопывании рукой или поливе из пятен поднимается пыль, или, как говорят грибоводы, плесень "дымит". Плесень исчезает после того, как мицелий шампиньона прорастет в слой покровного материала.

Меры борьбы. Прямых средств борьбы нет. В целях профилактики покровный материал обрабатывается фундазолом, что значительно снижает распространение этой болезни. Компостирование нельзя проводить на земляных площадках.

Желтая плесень (*Myceliophthora lutea* Cost.). Болезнь вызывает паразитный плесневый гриб *Myceliophtora lutea*, синоним *Chrysoporium luteum* (Cost.) Garm. Это – одна из самых опасных болезней шампиньонов. Возбудитель ее встречается в природе, где он паразитирует на дикорастущем мицелии различных грибов. Развивается в субстрате лишь в присутствии шампиньонного мицелия. Образует беловатый мицелий чаще всего на границе между субстратом и покровным материалом. Вскоре после этого начинается спорообразование и пораженные места приобретают ярко-желтую окраску. Субстрат имеет запах карбида или окиси меди. Закладка плодовых тел у шампиньона резко сокращается. Споры этого гриба устойчивы к высокой температуре, и многие из них при пастеризации не погибают. Они переносятся с почвой, с зараженным субстратом, через инструменты и руки людей.

Меры борьбы. Прямых средств борьбы пока нет. Как профилактическая мера рекомендуется соблюдение санитарных требований и проведение правильного компостирования. При заражении территорию вокруг шампиньонницы опрыскивают 4 %-ным раствором формалина один раз в неделю, а бурты после каждой перебивки опрыскивают 1 %-ным раствором медного купороса. Зараженный субстрат в мешках обрабатывают 1 %-ным раствором медного купороса и отвозят на свалку, исключая распыление по дороге. Такой субстрат не рекомендуется использовать в качестве органического удобрения вблизи шампиньонницы.

В современных шампиньонницах дезинфекция производственных помещений включает обработку паром при температуре 72 °С в течение 12 ч после каждого оборота культуры перед выгрузкой субстрата.

Желтая плесень-конфетти. Болезнь вызывает другой вид плеснево-

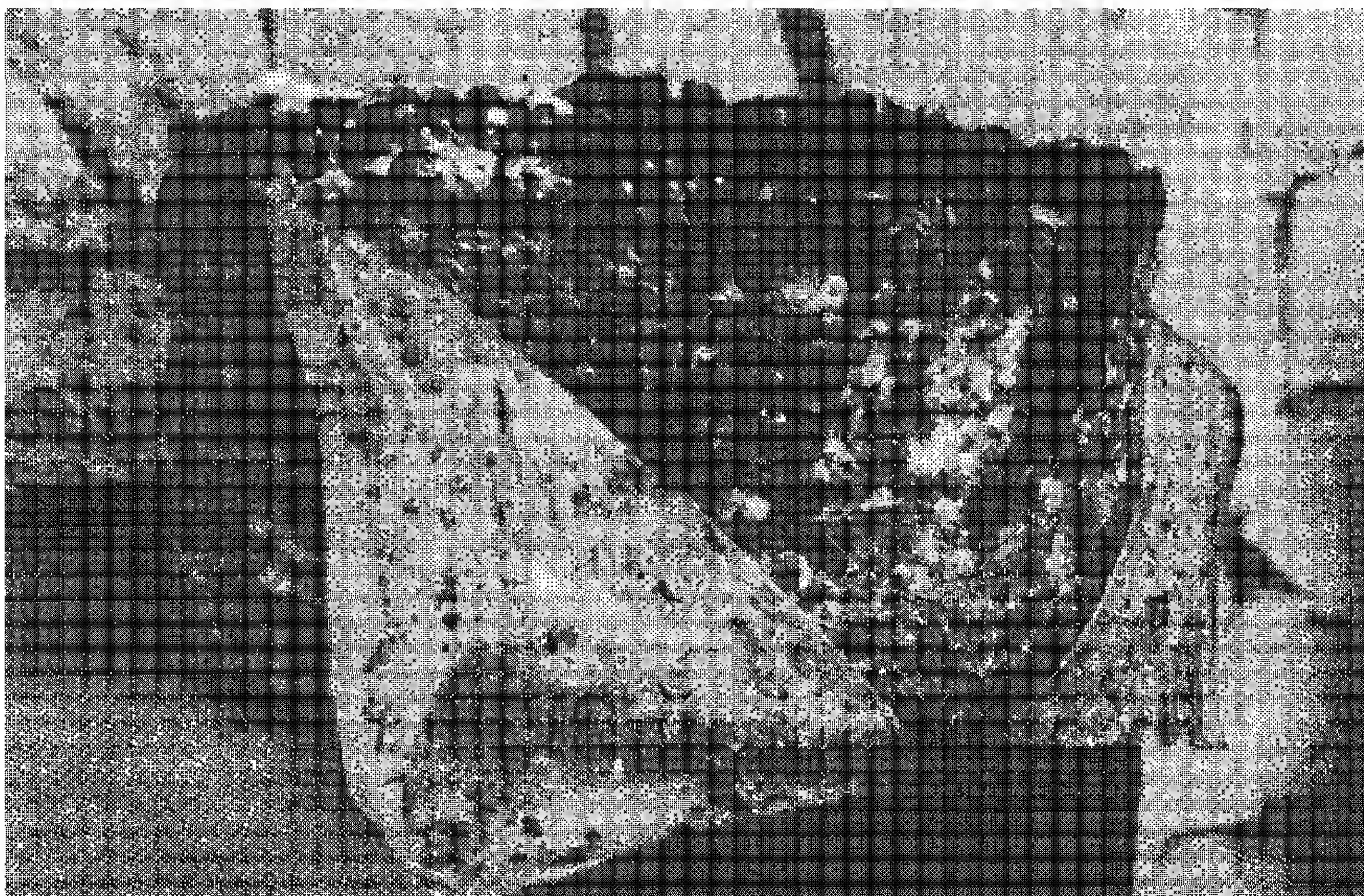


Рис. 64. Желтая плесень (*Myceliophthora* sp.)

го гриба (*Myceliophthora* sp.). В субстрате развивается белесый мицелий, который постепенно образует разбросанные пятна диаметром от 5–6 до 20 мм, сначала белого, а позже от желтовато-белого до коричневого цвета, иногда с плотной грибной тканью в середине. Развивается одновременно с шампиньонным мицелием и постепенно начинает преобладать над ним.

Пятна отчетливо видны через мешок из полимерной пленки. Если возникает сомнение, является ли пятно шампиньонным мицелием или мицелием гриба-паразита, то субстрат из мешка высыпают на полимерную пленку или бумагу, разделяют на горизонтальные слои и рассматривают при дневном свете. Плесень отличается по цвету от мицелия шампиньона, который имеет серовато-серебристую окраску (рис. 64). С развитием болезни изменяется и характер плодоношения шампиньона. Рост плодовых тел подавляется, а вскоре после этого плодообразование сильно снижается или совсем прекращается.

Наиболее сильное развитие плесени отмечается приблизительно на 50–60-й день после посадки мицелия или приблизительно на 25–30-й день после начала плодоношения. Следовательно, убытки, причиняемые этой болезнью, будут тем бо́льшими, чем позже наступает плодоношение в шампиньоннице.

Данные лабораторных исследований свидетельствуют, что споры

этого плесневого гриба погибают при температуре 60 °С. Это подтверждает и наша практика.

Желтая плесень-конфетти – очень распространенная в Болгарии болезнь шампиньонов. Она встречается во всех округах, производящих грибы. Болезнь чаще всего распространяется через субстрат. В Русенском округе плесень наблюдается и на лёссовых почвах. В Болгарии в условиях мелкого грибоводства инфекция попадает в субстрат чаще всего во время его выгрузки из камеры. Посадку мицелия обычно производят на открытой площадке перед камерой. За исключением дождливых дней и снежной зимы, площадка засыпается пылью, приносимой ветром. Вместе с пылью на субстрат попадают и споры плесневых грибов, принесенные ветром из соседних шампиньонниц или кучи отработанного субстрата. Заражается и покровный материал, неосторожно сваленный в кучу на тротуарах, дворах и в других местах, подвергающихся запылению. Споры плесневых грибов разносятся также человеком (на обуви, одежде и инструментах), грибными мухами, клещами, мышами и др. Источником инфекции являются и ножки плодовых тел, или, точнее, прилипшие к ним частицы покровного материала.

Меры борьбы. Прежде всего необходимо соблюдать санитарные требования в шампиньоннице и на прилегающей территории. Нельзя осуществлять компостирование на земляных площадках. Обязательно следует проводить правильную термическую обработку субстрата, включая пастеризацию при температуре 60 °С в течение 8 – 12 ч. Использование мешков из полимерной пленки как производственных емкостей улучшает гигиенические условия при выращивании грибов и снижает опасность распространения инфекции при освобождении шампиньонниц. Все мероприятия, которые ускоряют плодоношение (подготовка селективного субстрата, перемешивание мицелия с массой пастеризованного субстрата при посеве, быстрое проращивание мицелия при оптимальных условиях, ранняя насыпка слоя покровного материала и др.), удлиняют период плодоношения и снижают потери урожая.

Если в шампиньонницу занесена плесень, очень важно обрезки от ножек и прилипший к ним покровный материал не разбрасывать возле нее, а собирать в мешки из полимерной пленки и высыпать в специальную яму. Каждый день отходы нужно поливать раствором медного купороса. Заполненную яму необходимо засыпать землей. Помещение для упаковки шампиньонов следует ежедневно мыть и дезинфицировать раствором медного купороса. Вентиляционные отверстия необходимо закрывать сетками. В каждой шампиньоннице необходимо иметь отдельную рабочую одежду, после каждой операции мыть руки с мылом, обувь при входе и выходе из шампиньонницы дезинфицировать в ящике с раствором медного купороса.

Проходы в шампиньоннице и около нее следует еженедельно опрыскивать 1 %-ным раствором медного купороса.

Перед удалением из помещения использованный субстрат в мешках

необходимо обрабатывать раствором медного купороса и вывозить его на свалку мусора. Использовать такой субстрат как органическое удобрение можно только на участках, где нет шампиньонниц.

Борьба с этой опасной болезнью требует высокого мастерства каждого грибовода и совместных усилий грибоводов одного и того же селения или округа, в котором выращивают грибы.

В современных шампиньонницах основную дезинфекцию проводят путем пропаривания производственных помещений вместе с субстратом.

Желто-зеленые плесени. Поражение субстрата желто-зелеными плесенями в примитивных шампиньонницах происходит часто. Грибы на грядах выглядят слабыми, приобретают серый цвет, а шампиньонный мицелий в субстрате постепенно отмирает. На его месте развиваются плесневые грибы с белесым мицелием и желто-зелеными спорами, равномерно рассыпанными по субстрату. Он кажется вязким и издает характерный запах плесени. Болезнь вызывается несколькими различными плесневыми грибами, которые встречаются одновременно и с трудом изолируются. Желто-зеленые плесени широко распространены в природе. Доставленные с исходным материалом для приготовления субстрата, они вместе с остальными микроорганизмами участвуют в процессе компостирования. Благоприятные условия для их развития в субстрате создаются в анаэробных ядрах при температуре около 45 °С.

При качественной пастеризации субстрата плесень полностью погибает или в значительной степени подавляется ее развитие. Если субстрат плохого качества и пастеризация проведена недостаточно хорошо, плесени очень рано поражают мицелий шампиньона. Иногда и в доброкачественный готовый субстрат может проникнуть инфекция. Чаще всего источником инфекции является отработанный и зараженный субстрат, разбросанный около шампиньонницы или на площадке для компостирования. С помощью ветра и пыли, через инструменты и обувь персонала споры желто-зеленых плесеней попадают в свежий субстрат. Эта сравнительно поздняя инфекция создает незначительную, но все же реальную опасность для урожая шампиньона. Подобно желтой плесени-конфетти, желто-зеленые плесени в субстрате сокращают период плодоношения шампиньона и сильно снижают урожай.

Меры борьбы. Четкое выполнение основных требований гигиены на компостной площадке в шампиньоннице и около нее. Не рекомендуется использовать старый (долго хранившийся) птичий помет. Правильное компостирование с надлежащим размещением зон в бурте и внедрение термической обработки субстрата. Увлажнение субстрата в день удаления его из шампиньонницы. Не проводить очистку шампиньонницы в ветреные дни. Вывозить отработанный субстрат в мешках подальше от шампиньонницы в закрытых брезентом грузовых машинах. Выбрасывать и сжигать старые стеллажные конструкции вдали от шампиньонниц. Мыть и многократно дезинфицировать шампиньонницу фунгицидами.

Карминная плесень. Болезнь вызывается плесневым грибом *Sporendomena purpurescens* Bon. Впервые болгарские грибоводы встретились с этой болезнью после внедрения термической обработки субстрата. Болезнь появляется в период плодоношения в виде низких белых пуховичков или покрова из мицелия между комками и по комочкам покровного материала. Вскоре слой покровного материала густо пронизывается этим мицелием плесени, он не впитывает воду при поливах, плодообразование шампиньона снижается и вскоре прекращается. В это время белый мицелий желтеет, а несколько позднее становится вишнево-красным, что свидетельствует о том, что плесневой гриб начал спорообразование.

Наблюдения за границей и в Болгарии показывают, что этот гриб развивается на богатом азотом субстрате, который даже после термической обработки содержит азотистые вещества, непригодные для шампиньона, т. е. субстрат не является селективным. Развитие гриба усиливается, если в течение 2–3 нед после посадки мицелия в представляющем опасность субстрате поддерживается низкая температура (от 10 до 18 °С), замедляющая прорастание шампиньонного мицелия.

Меры борьбы. Прямые меры борьбы неизвестны. Следует избегать приготовления тяжелого, переувлажненного и перенасыщенного азотом субстрата, особенно при внесении минеральных азотистых добавок. Термическая обработка субстрата должна проводиться при достаточном и непрерывном притоке свежего воздуха до полного его освобождения от аммиака. Температуру в субстрате в период от посадки мицелия до периода начала плодообразования необходимо поддерживать в оптимальных границах.

Трюфельная болезнь (ложный трюфель). Эта болезнь редко наблюдается у двуспорового шампиньона, но она весьма обычна для шампиньона двукольцевого. Болгарские грибоводы встретились с нею еще во время первых попыток внедрения нового вида культивируемого шампиньона.

Болезнь вызывает гриб *Diehliomyces microsporus* (Diehl and Lamb.) Gil. Он обитает в почве и попадает в субстрат, если компостирование проводят на земляной площадке. Высокая температура в субстрате после загрузки его в шампиньонницу стимулирует развитие мицелия ложного трюфеля, который сначала незаметен. Однако постепенно мицелий шампиньона погибает, плодоношение прекращается, субстрат становится вязким и в нем появляются толстые нити мицелия – ризоморфы, которые идут к слою покровного материала, стенкам мешка или к доскам стеллажей (рис. 65). Вскоре на этих ризоморфах образуются мелкие тельца гриба (диаметром 5–10 мм), которые по форме напоминают мозг теленка. Это плодовые тела гриба. Сначала они бывают желтовато-белыми и более плотными; постепенно темнеют и исчезают. Однако их ткань распадается на тысячи спор, которые поражают новые партии субстрата. Споры этого гриба способны выдерживать тепловую обработку, проводимую при пастеризации субстрата.

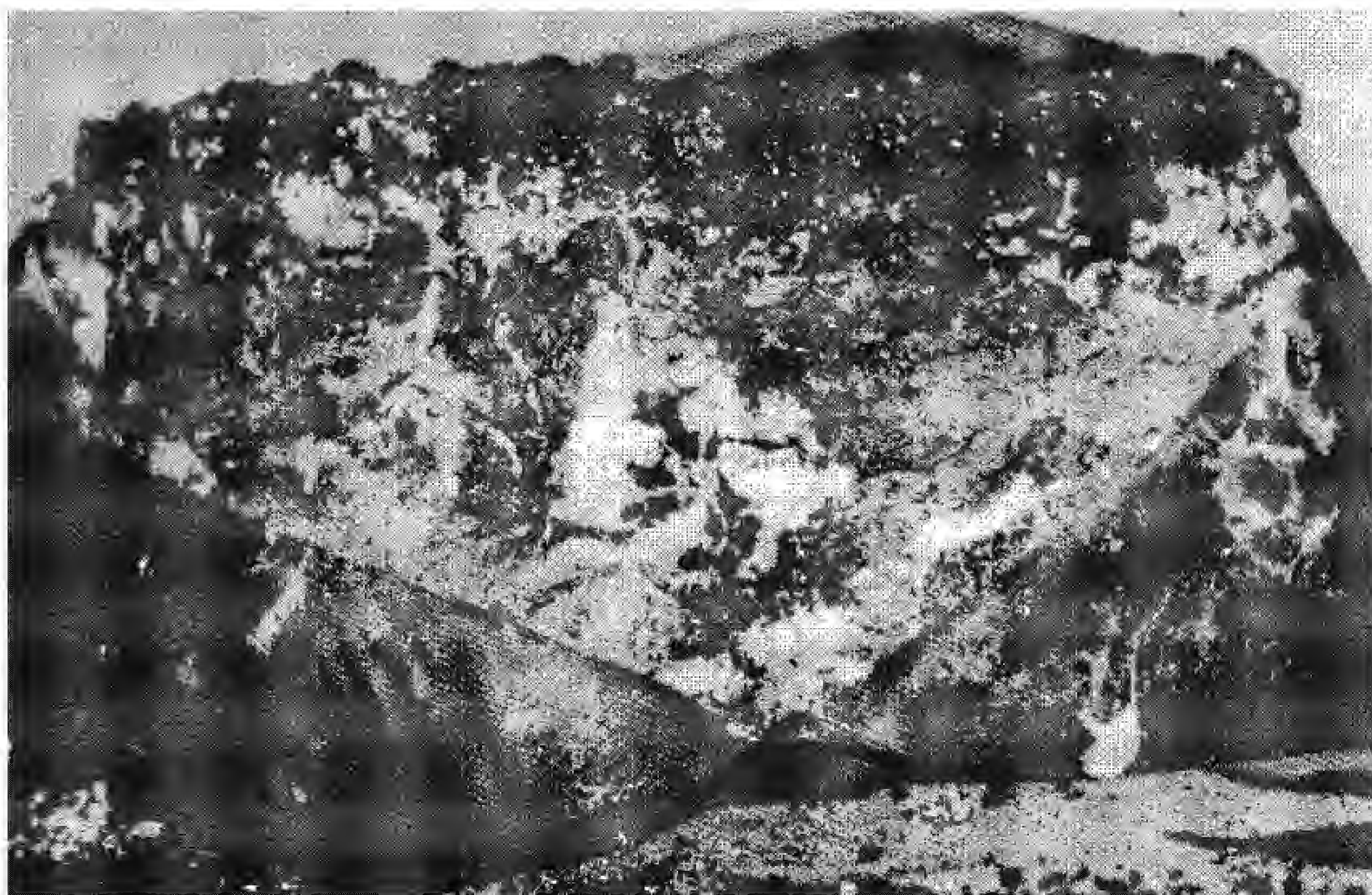


Рис. 65. Трюфельная болезнь



Рис. 66. Чернильные грибы (навозники, капринусы)

Меры борьбы. Не проводить компостирование на земляной площадке. В буртах обеспечивать развитие высокой температуры. Перемешивать компостные зоны. После каждой перебивки бурты опрыскивать 1 %-ным раствором медного купороса. Проводить качественную термическую обработку покровного слоя. Зараженный субстрат выбрасывать на свалку, не допуская при транспортировке потерь частиц субстрата в районе площадки для компостирования.

Сорные грибы. В крупных шампиньонницах встречается в основном чернильный гриб (*Coprinus* spp.). Развитию гриба способствуют переувлажнение субстрата и наличие в нем свободного аммиака.

Меры борьбы. Прямые меры борьбы неизвестны. Рекомендуется ежедневно собирать и уничтожать чернильные грибы, чтобы не пачкались мешки (рис. 66). Через некоторое время чернильные грибы перестают появляться. Однако, поскольку они использовали часть питательных веществ, предназначавшихся для шампиньона, урожай может быть заметно снижен.

БОЛЕЗНИ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ

Основные и широко распространенные в развитых странах–производителях грибов болезни шампиньонов – сухая (вертициллез) и белая гниль (микогон) – в Болгарии встречаются редко (рис. 67). Источником заражения шампиньонов этими двумя грибными болезнями является почва, поэтому следует воздерживаться от ее использования в качестве покровного материала.

В Болгарии наиболее часто в небольших шампиньонницах наблюдаются паутинистая плесень, мумификация плодовых тел и вирусные заболевания. В некоторых шампиньонницах развиваются вредные бактерии как на завязях, так и на оформленных плодовых телах. Иногда встречаются и физиологические аномалии. Каждый грибовод должен уметь распознавать признаки этих болезней, чтобы можно было принять срочные меры по ограничению их распространения.

Физиологическое увядание молодых плодовых тел. Часто после сбора урожая некоторые молодые завязи прекращают рост, темнеют, становятся мягкими и засыхают. Причиной этого явления обычно является разрыв гиф, которые должны питать плодовые тела. Молодые завязи могут погибнуть и от неосторожного полива сильной струей воды, температура которой ниже 12 °С или выше 25 °С. Такой же эффект оказывает теплый и сухой воздух, а также потоки холодного воздуха. Молодые завязи могут погибнуть и при неосторожном применении препаратов по защите растений.

Меры борьбы. Следует строго соблюдать правила общей производственной гигиены.

Физиологические деформации плодовых тел. Высокая концентра-

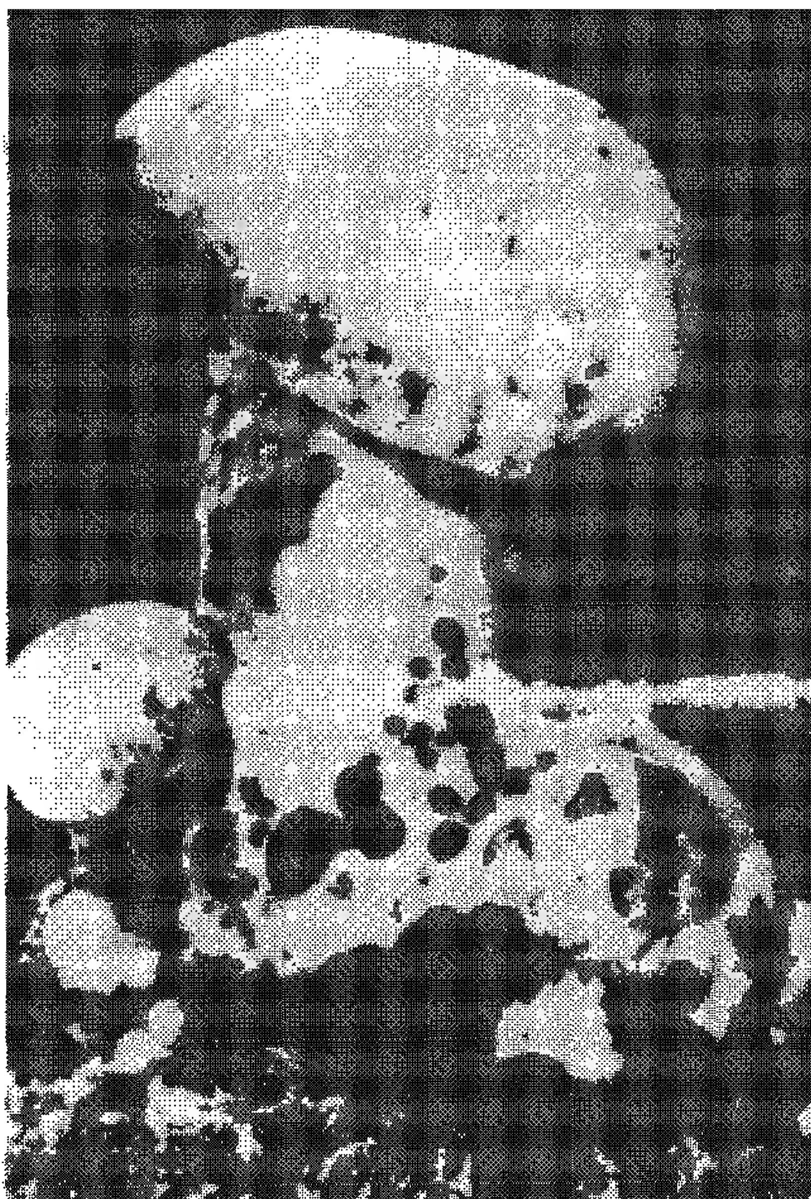


Рис. 67. Плодовое тело шампиньона, пораженное одновременно сухой (*слева*) и белой (*справа*) гнилью (по Ричардсу)

ция углекислоты в воздухе над слоем покровного материала (выше 0,2 %) приводит к сильному удлинению ножек плодовых тел. Поэтому следует регулярно проветривать шампиньонницу.

Потоки сухого воздуха вызывают образование трещин на кожице плодовых тел шампиньона, а дым из печей – разрывы ткани и деформацию до полной потери плодовыми телами характерной формы (см. рис. 51).

Высокая концентрация инсектицидов, применяемых в шампиньоннице, вызывает характерные ребристые утолщения у основания ножек.

Иногда в шампиньоннице встречаются грибы без покрывала или пластинок – явление, свидетельствующее о начавшемся процессе вырождения данного штамма, однако причиной этого явления может быть и высокая температура в шампиньоннице. Сигналом о вырождении штамма может служить также массовое появление очень мелких завязей, которые вообще не растут, но это явление можно связать и с другой физиологической реакцией. Например, если завязи сформировались до того, как субстрат был полностью пронизан мицелием, то может замедлиться рост плодовых тел. Они как будто бы "отдыхают". В примитивных шампиньонницах слой покровного материала легко высыхает, что вызывает необходимость проведения частых поливов, а при поливе погибают мелкие плодовые тела. Они темнеют и на омертвевшей их ткани могут развиваться бактерии или зеленые плесени.

Строма – также физиологическое явление, при котором вследствие высокой температуры воздуха и повышенной влажности при недостаточной вентиляции шампиньонницы на поверхности слоя покровного материала вместо плодовых тел образуется снежно-белый мицелий или бесформенная грибная ткань (см. рис. 59).

Все эти физиологические аномалии служат показателями, по которым грибовод может судить о своих ошибках при поддержании технологического режима в шампиньоннице. Устранение неблагоприятных факторов возвращает культуру в нормальное состояние, за исключе-

нием стромы и вырождения штамма, когда в мицелии наступили необратимые изменения и он потерял способность к плодоношению.

Ржавая пятнистость плодовых тел. В плохо вентилируемых шампиньонницах, в которых после полива на плодовых телах в течение длительного времени остаются капли воды, на поверхности шляпок могут появиться слизистые, ярко-коричневые ржавые пятна. Возбудителем этой болезни чаще всего является широко распространенная в природе бактерия *Pseudomonas tolaasi* Paine (рис. 68). Болезнь распространяется в шампиньонницах водяными брызгами при поливе, переносится грибными мухами, клещами и человеком.

Меры борьбы. Основательная и тщательная вентиляция шампиньонницы после каждого полива. Профилактический полив гряд раствором хлорной извести (жидкий препарат перилен) в концентрации 250 г на 100 л воды (0,5–0,6 % активного хлора в растворе) через каждые 7–10 дней в период плодоношения или обработка раствором хлорной извести в концентрации 100–200 г на 100 л воды. Хлорную известь растворяют в воде, поместив ее в мешочек из марли или двойного чулка.

Если бактерии поражают молодые завязи и грибные ризоморфы, оставшиеся после сбора урожая, вся поверхность покровного материала может стать слизистой и плодоношение может прекратиться. В этом случае рекомендуется полив раствором формалина в концентрации 200 г на 100 л воды; работу проводят в герметичных очках и маске, предохраняющей органы дыхания.

Паутинистая плесень. Вызывается грибом *Dactilium dendroides* (Bull.) Fr. Это одна из наиболее распространенных и опасных грибных болез-

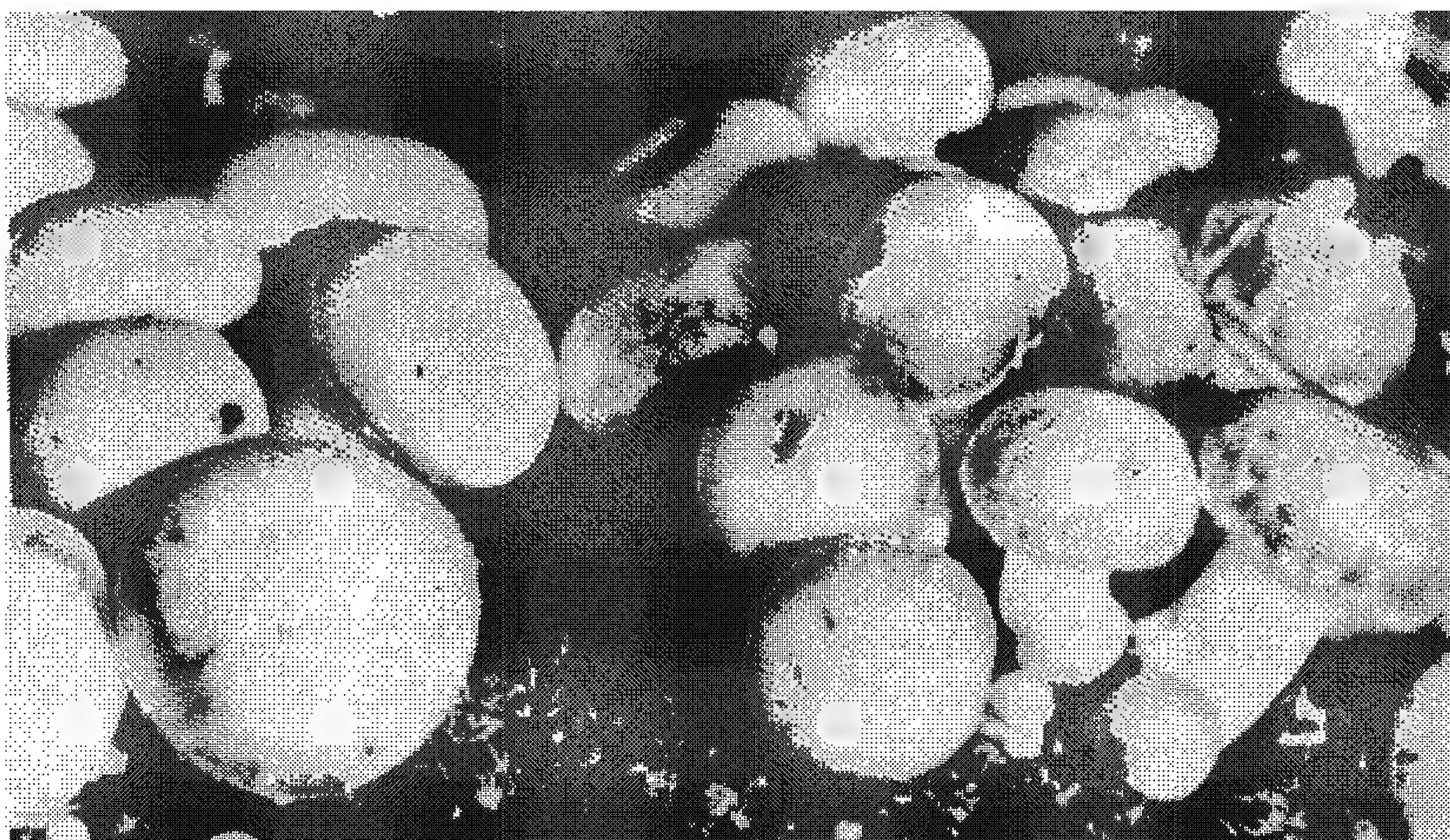


Рис. 68. Бактериальная пятнистость шампиньонов (по Федеру)

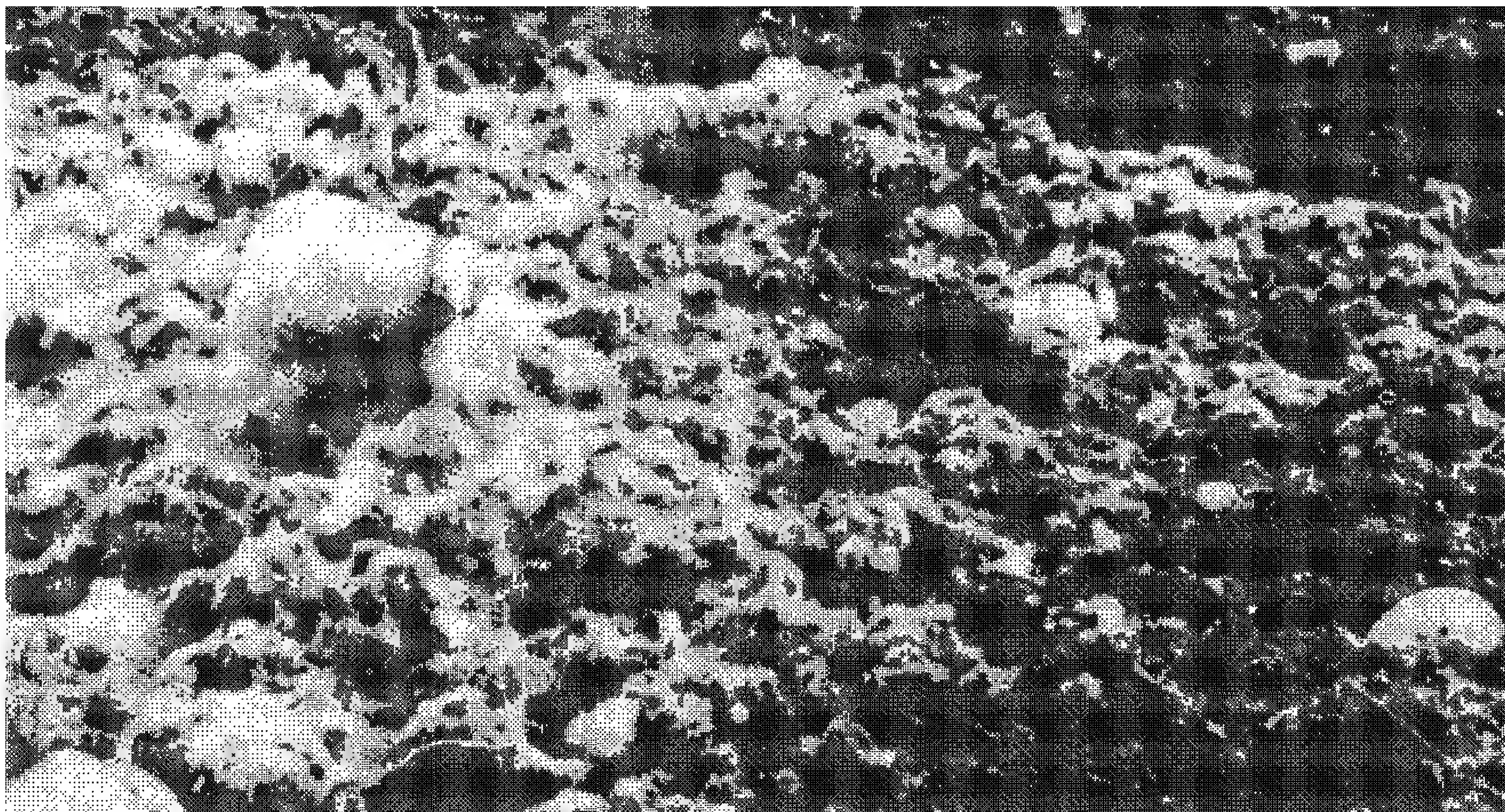


Рис. 69. "Паутинистая плесень" шампиньонов (по Федеру)

ней шампиньона, встречающихся в Болгарии. На покровном материале и плодовых телах образуется сероватая пушистая плесень, в более поздней фазе – с розовым оттенком у основания гиф в форме снопов. Плесень развивается очень быстро, особенно в шампиньонницах, имеющих высокую влажность воздуха, и о ней часто говорят, что она "бежит" по грядам. Пораженные плодовые тела становятся мягкими и водянистыми. Гриб образует большое количество спор, появляются "облака" из спор. Всего за несколько дней вся шампиньонница "загорается" ("краснеет") (рис. 69). В Болгарии наблюдается и другая менее активная разновидность паутинистой плесени, но она еще недостаточно изучена.

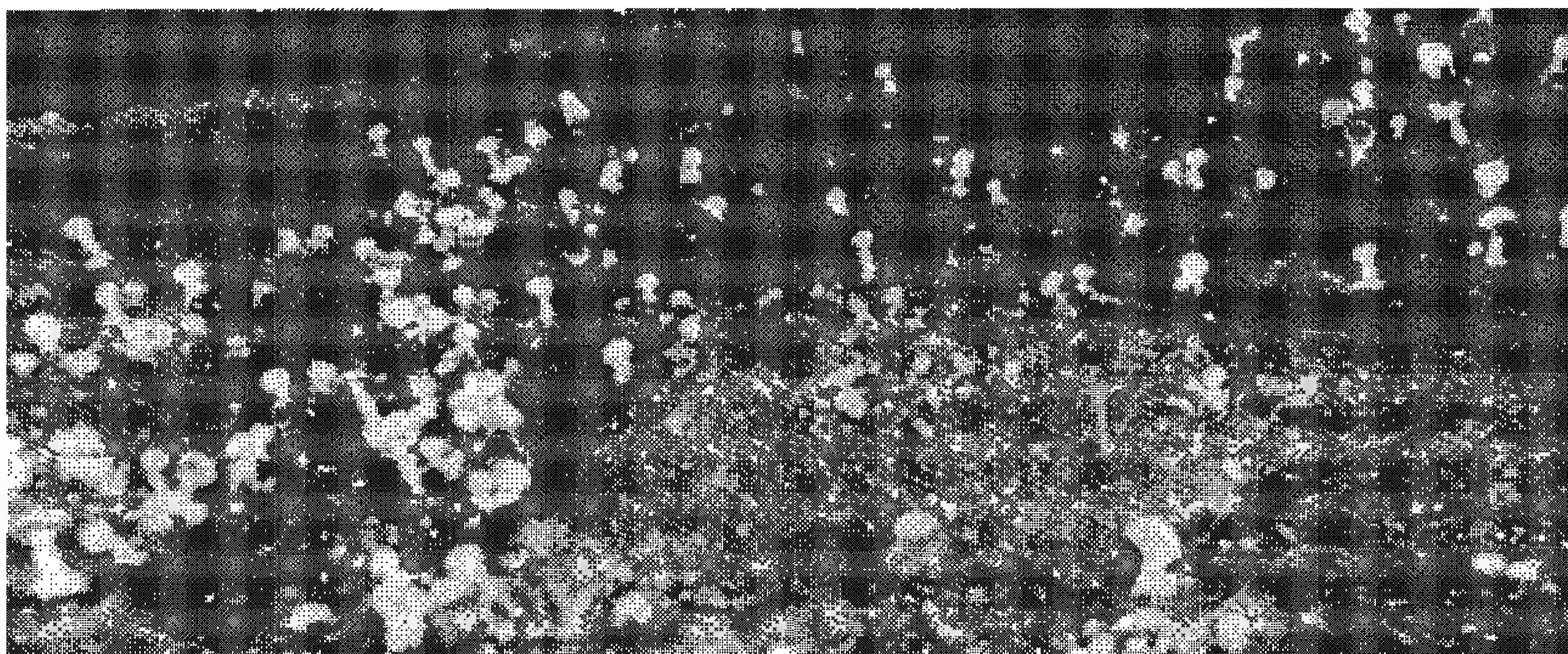


Рис. 70. Мумификация плодовых тел

Меры борьбы. Профилактическая обработка покровного материала, особенно из торфяных смесей, беномилом (фундазолом) в дозировке самое меньшее 15 г на 1 $м^2$ покровного материала. В шампиньонницах с высокой вероятностью появления этой болезни дозу фундазола можно увеличить до 30 или до 45 г на 1 $м^2$ покровного материала. Если кроющий слой не был предварительно обработан, то за грядами (мешками) следует непрерывно наблюдать и при появлении первых очагов (пятен) заболевания – обильно засыпать их поваренной солью. После этого через несколько часов эти пятна вместе с кроющим слоем удаляют и материал закапывают в яму далеко от шампиньонницы. Последнюю обогревают и проветривают. Если болезнь начнет распространяться, то следует провести опрыскивание всей шампиньонницы фундазолом в дозе от 0,5 до 1 г на 1 $м^2$ производственной площади.

Мумификация. При поражении шампиньона этой болезнью мицелий в грядах мощно развивается, а плодовые тела в различной степени спелости темнеют, становятся сухими и кожистыми, т. е. мумифицируют. Шляпки некоторых грибов наклоняются в сторону (рис. 70). Вырванные

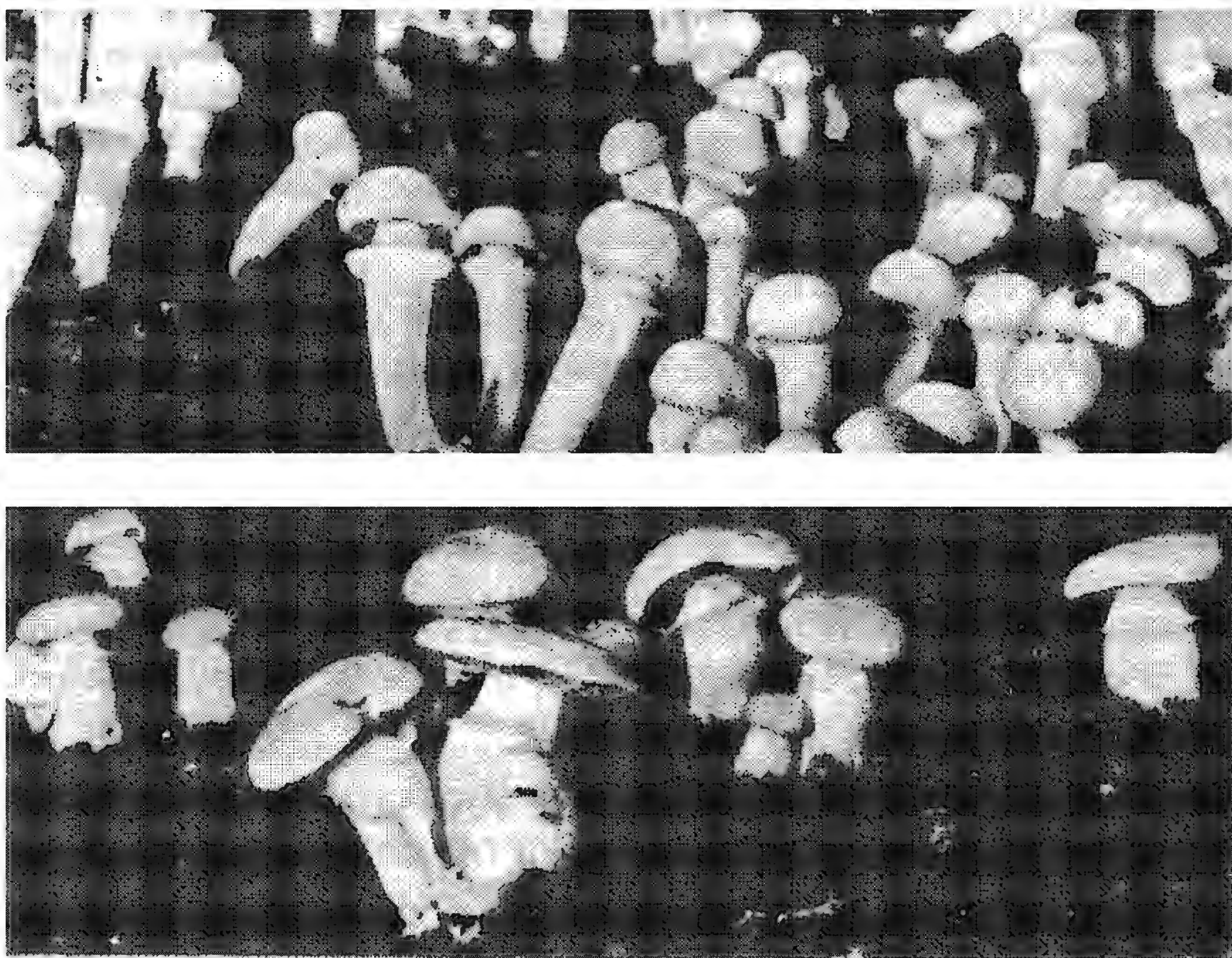


Рис. 71. Вирусное заболевание шампиньонов (по Федеру)

плодовые тела имеют мощные "корни". Болезнь передается главным образом при слиянии грибных гиф мицелия.

Установлено, что возбудителем является бактерия *Pseudomonas* spp., которая развивается в гифах (клетках) шампиньона. Поэтому предполагается, что она переносится именно с частицами зараженного шампиньонного мицелия. Поскольку болезнь относится к первоначальной инфекции, то высказывается мнение, что она возникает в зонах конденсации под слоем покровного материала, где отдельные гифы шампиньона погибают и легко подвергаются инфицированию бактериями. Однажды проникнув в ослабленные гифы, бактерии в мицелии быстро размножаются.

Меры борьбы. Соблюдение общих гигиенических мероприятий, особенно при удалении старого, зараженного субстрата. При расстановке мешков в шампиньоннице следует предотвращать соприкосновение покровного материала соседних мешков. Периодически проводить профилактические поливы 0,25 %-ным раствором хлорной извести (0,5 – 0,6 % активного хлора в воде). Поливы проводят тщательно, следя за тем, чтобы под покровным слоем не образовывался черный пласт. Предотвращать конденсацию водяных паров на кроющем слое и под ним.

Вирусная болезнь. Все чаще в шампиньонницах Болгарии встречается болезнь, при которой плодовые тела шампиньона очень мелкие, ножки водянистые или на продольном разрезе выглядят полосатыми; плодовые тела имеют склонность к раннему разрыву покрывала, иногда ножки остаются укороченными, бочковидной формы (рис. 71). В отдельных случаях некоторые из этих внешних признаков не могут быть характерными для определения болезни, но если одновременно с ними отмечается и сильное снижение урожая, а также постепенное отмирание мицелия в субстрате сначала на ограниченных участках, а позднее – повсюду в мешках или на грядах, то уже с уверенностью можно сказать, что в шампиньоннице появилась вирусная болезнь. На основании лабораторных анализов с использованием электронного микроскопа обнаруживаются в грибной ткани вирусные частицы.

Главным источником инфекции являются споры больных плодовых тел. Так как шампиньон образует большое количество спор, становится понятным, почему вирусная болезнь – одна из самых опасных. Разносимые воздушными течениями, мухами и клещами, обслуживающим персоналом и орудиями труда, зараженные споры проникают во все части шампиньонницы и поражают здоровый мицелий.

Меры борьбы. Соблюдение правил гигиены труда в шампиньоннице. Сбор только закрытых грибов (бутонов). Обработка пораженных гряд концентрированным раствором хлорной извести, медного купороса или формалина. Использование устойчивых штаммов шампиньона, например четырехспорового шампиньона.

ВРЕДИТЕЛИ

Нематоды. Шампиньоны повреждаются микроскопическими червячками, паразитирующими нематодами. В отличие от широко распространенных в природе сапрофитных нематод, которые питаются гниющими веществами, паразитирующие нематоды имеют в передней части тела игловидное приспособление – копьецо, с помощью которого они прокалывают гифы мицелия шампиньона и высасывают их содержимое. Так как они не могут проколоть более толстые нитевидные и шнуровидные гифы, в пораженных грядах постепенно исчезает паутинистый мицелий. Субстрат становится вязким, приобретает красноватый оттенок, кое-где его пронизывают толстые грибные нити, отмечается неприятный затхлый запах. Нематоды гнездятся и в плодовых телах, которые перестают расти, темнеют и становятся слизистыми, мягкими. Позднее эти плодовые тела представляют среду для развития различных плесневых грибов и бактерий.

Причиняют вред и некоторые сапрофитные нематоды, когда они интенсивно размножаются в субстрате. Выделяя продукты обмена веществ, они нарушают его селективность.

В культивационное помещение нематоды могут попадать вместе с плохо продезинфицированным покровным материалом, землей с площадки, на которой некоторые грибоводы проводят компостирование, пылью со двора или улицы, одеждой, обувью и орудиями труда, загрязненной (проточной) водой, которую используют для мытья или полива в шампиньоннице, а также с деревянных стеллажей. Грибные мухи и клещи также переносят нематод, которые прилипают к их телу.

При пастеризации субстрата и покровного материала погибают как взрослые особи, так и их яйца.

Меры борьбы. Компостирование проводить только на бетонной площадке. Если же грибовод готовит субстрат на земляной площадке, то ее следует предварительно увлажнить и продезинфицировать 3 %-ным раствором каустической соды из расчета 2 л/м^2. Проводить термическую обработку субстрата и дезинфекцию покровного материала. Если появляется необходимость в использовании почвы как составной части покровного материала, то ее следует брать из подпочвенного слоя на глубине 50–60 см. Необходимо соблюдать общие правила производственной и личной гигиены. Проводить дезинфекцию шампиньонницы 3 %-ным раствором каустической соды. Использовать однократно деревянные стеллажи. Проводить борьбу с грибными мухами и комариками.

Грибные комарики и мухи. Грибные (навозные) мухи причиняют шампиньону вред в стадии личинок, которые питаются мицелием или вбуравливаются в плодовые тела. Самыми распространенными являются грибные комарики и мухи-фориды (рис. 72).

Сциаридный грибной комарик по сравнению с форидой имеет стройное тело и длинные усики. Личинки белые, с черной головкой, длина

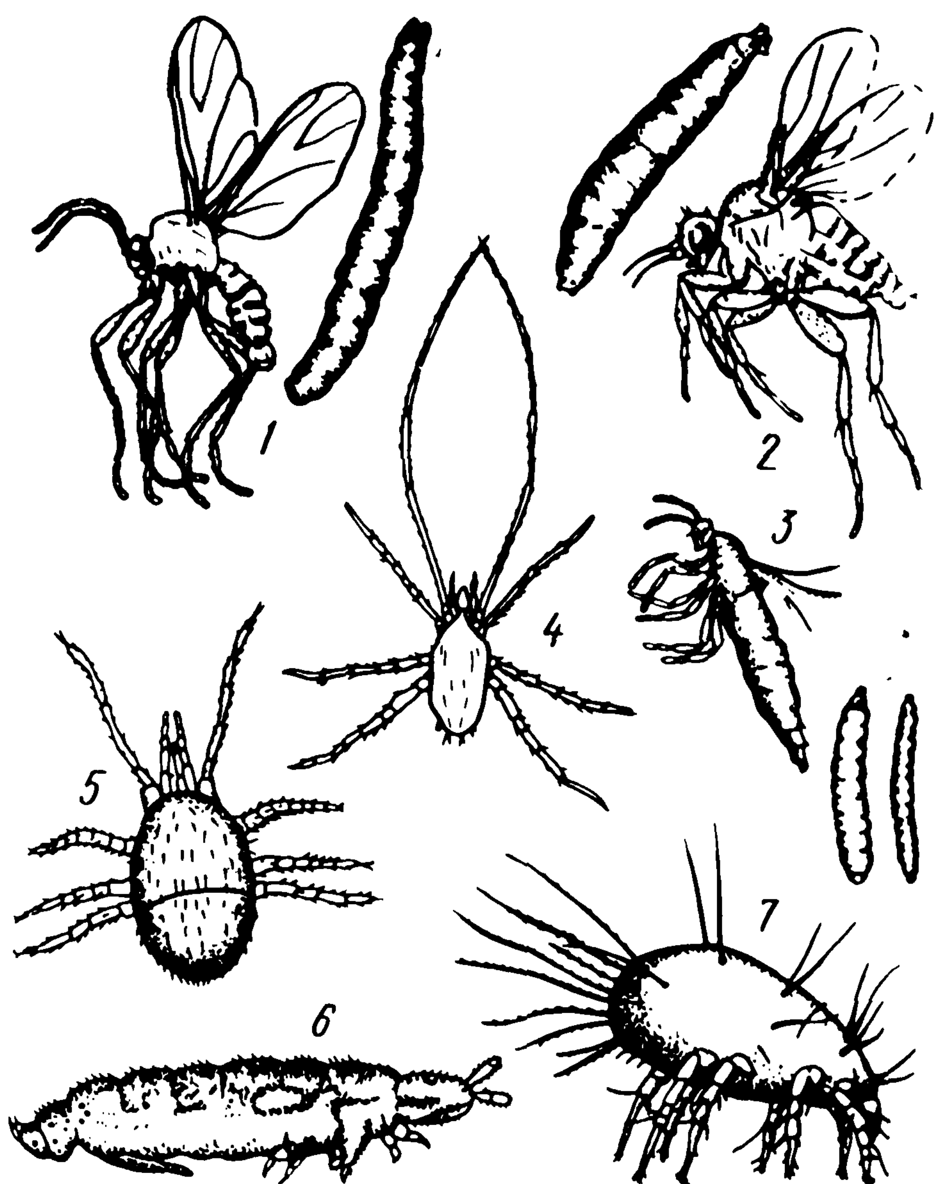


Рис. 72. Некоторые вредители шампиньонов (схема):

1 — сциаридный комарик и его личинка; *2* — форидная муха и ее личинка; *3* — цецидный комарик и его личинка; *4, 5* и *7* — клещи; *6* — подура (ногохвостка) (по Ричардсу)

их 5 мм. Фориды выглядят горбатыми, имеют короткие усики и летают зигзагообразно. Личинки их более мелкие и совершенно белые. Цикл размножения этого вида мух сравнительно короткий – около 20 дней: он сокращается при высокой (более 18 °С) температуре в шампиньоннице. Мухи откладывают многочисленные яйца (от 60 до 200 в течение одного поколения) и за короткое время размножаются в шампиньоннице в огромном количестве.

Известен еще один вид грибного комарика – цециды, которые встречаются очень редко. Личинки цецид мелкие – длиной 1–2 мм, белёсые или оранжево-желтые. Они пробуравливают в ножках грибов поверхностные каналы и проникают под нераскрывшееся частное покрывало. Иногда наблюдается массовое скопление личинок у основания плодовых тел. Личинки размножаются бесполым путем – личинка-мать распадается на десять–пятнадцать дочерних личинок (рис. 73).

Меры борьбы. Следует соблюдать общие правила гигиены. Правильно компостировать субстрат. Опрыскивать бурты субстрата инсектицидами после каждой перебивки. Подвергать субстрат термической обработке. Опрыскивать или окуривать шампиньонницу инсектицидами главным образом в период от посева мицелия до начала плодообразования. Поддерживать температуру воздуха в шампиньоннице ниже 18 °С.

В борьбе с грибными комариками и мухами используют также различные ловушки, чаще всего световые, или приманки. Световая ловушка представляет собой приспособление, состоящее из лампы, небольшого вентилятора позади нее и мешочка из марли или другого продуваемого материала, в котором скапливаются привлекаемые светом и засасываемые вентилятором грибные комарики и мухи.

На рисунке 74 представлен изготовляемый в Югославии аппарат

для борьбы с мухами и комарами под названием "Инсектомор". Он с помощью своего света привлекает насекомых, которые погибают под действием электрического тока. Погибшие насекомые скапливаются в нижней части прибора; их периодически выбрасывают. Срок эксплуатации этого прибора в шампиньонницах небольшой из-за высокой влажности воздуха.

Приманки готовят из сладкого раствора, в который добавляют инсектициды, затем его наливают в плоские сосуды и расстанавливают их по соседству с лампами, так как комариков и мух привлекает свет. Приманками служат также светлые отверстия в шампиньоннице – окна и двери. Поэтому во все сезоны полезно ежедневно опрыскивать сетки раствором инсектицида. Если применяются химические препараты, всегда необходимо прибегать к помощи специалистов по защите растений, так как следует соблюдать указания по технике безопасности.

Клещи и подуры. В шампиньонницах часто встречаются и другие насекомые, которые питаются как субстратом, так и мицелием шампиньона или пробуравливают плодовые тела. Это клещи и так называемые ногохвостки (подуры). Они переносятся через некачественный субстрат, одежду рабочих, инвентарь и потоки воздуха или самостоятельно перемещаются из шампиньонницы в шампиньонницу. Некоторые из клещей прилипают к комарикам, которые их распространяют. Наличие клещей в шампиньоннице обычно служит показателем того, что пастеризация субстрата была проведена неправильно. Наиболее часто встречается красно-коричневый клещ. Он появляется в очень больших количествах на покровном материале и на плодовых телах в конце периода плодоношения. Ногохвостки (подуры) – мелкие насекомые длиной 1–2 мм, имеющие цвет от белого до черного. На брюшке у них есть приспособление, с помощью которого они прыгают, как блохи (см. рис. 72).

Меры борьбы. Следует соблюдать общие правила гигиены, правильно компости-

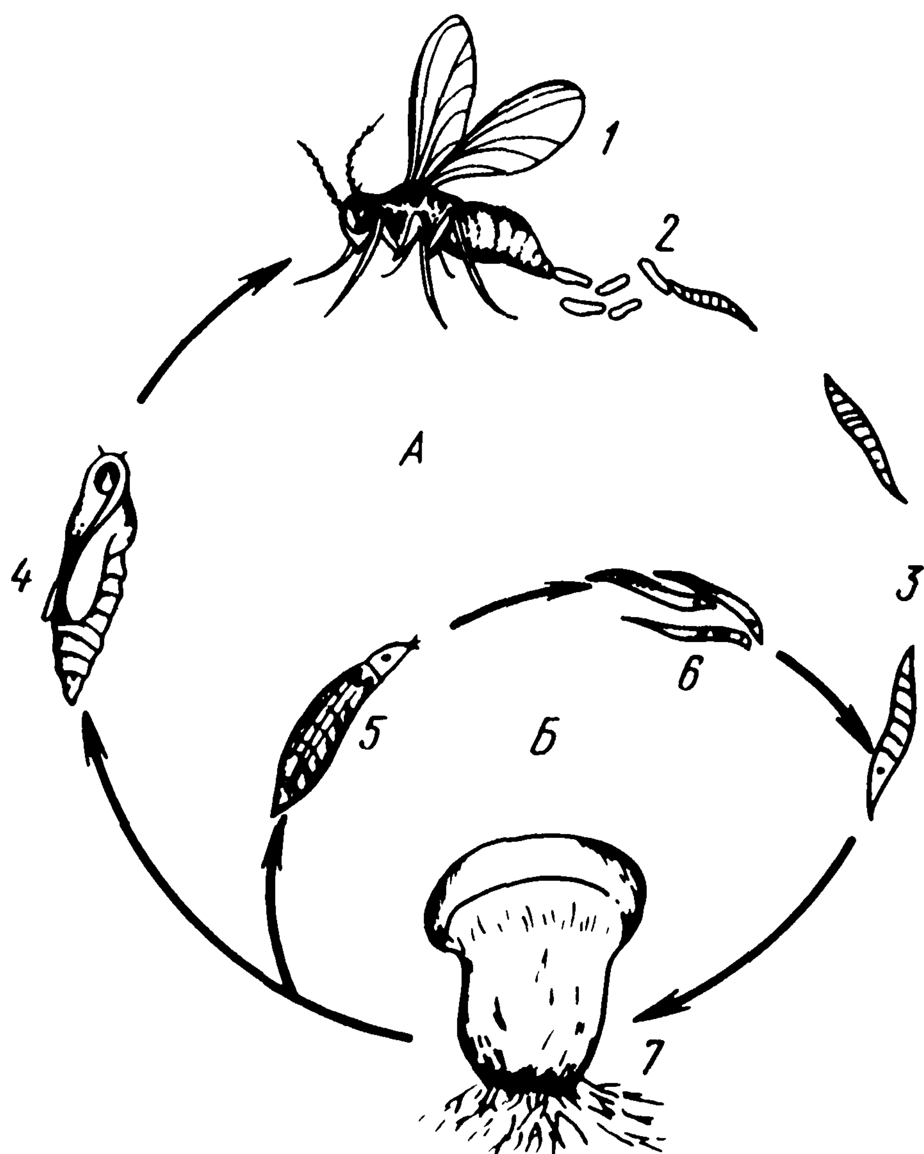


Рис. 73. Цикл развития грибного комарика (семейство цецидных):

1 – взрослое насекомое; *2* – яйца; *3* – личинки; *4* – куколка; *5* – материнская личинка; *6* – дочерняя личинка; *7* – картина поверхностного повреждения личинками кожицы ножки (по Томасу)

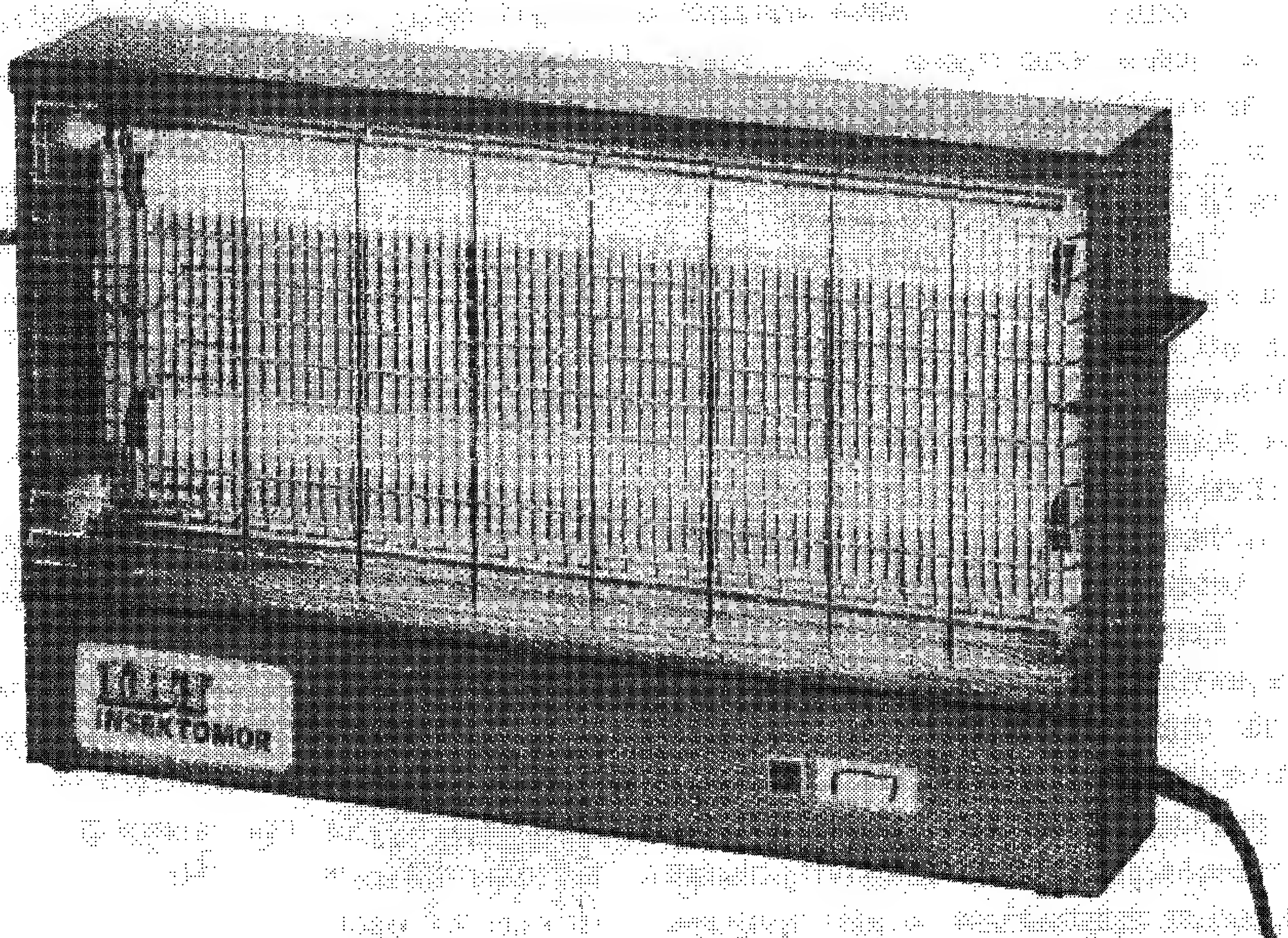


Рис. 74. Световая ловушка для насекомых

ровать субстрат, опрыскивать бурты субстрата акарицидами, проводить термическую обработку субстрата.

Применения акарицидов в шампиньоннице следует избегать, особенно в инкубационный период.

Другие вредители шампиньонов. Как о вредителях шампиньона можно упомянуть еще о мокрицах, улитках, мышах и крысах. Для борьбы с ними можно использовать различные приманки.

При их появлении необходимо прибегнуть к помощи специалистов по защите растений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

НОРМАТИВЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ГРИБОВОДУ ПРИ ВНЕДРЕНИИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ

1.	Количество субстрата, необходимое для загрузки 1 м^2 термической камеры	750 – 1000 кг
2.	Оптимальное влагосодержание сырого субстрата	68 – 72 %
3.	Потери субстрата в процессе термической обработки (потери массы)	25 – 35 %
4.	Оптимальное влагосодержание термически обработанного субстрата	62 – 65 %
5.	Средняя продолжительность термической обработки	7 – 12 дней
6.	Количество зернового мицелия, необходимое для посева и перемешивания, с 1 т готового субстрата	6 – 7 кг
7.	Масса пустого мешка из полимерной пленки толщиной 0,12 мм	120 г
8.	Масса наполненного субстратом мешка диаметром 40 см в зависимости от влажности субстрата и способа наполнения:	
	а) слой субстрата 20 см	10 – 15 кг
	б) слой субстрата 30 см	16 – 26 кг
	в) слой субстрата 40 см	20 – 32 кг
9.	Число мешков в расчете на 1 м^2 полезной площади:	
	а) диаметр мешка 40 см	8 шт.
	б) диаметр мешка 50 см	5 шт.
10.	Потери полезной площади в шампиньоннице при расстановке мешков диаметром 40 см:	
	а) в шахматном порядке	10 %
	б) при параллельном расположении	20 %
11.	Количество субстрата, необходимое для загрузки 1 м^2 полезной площади:	
	а) слой субстрата 20 см	Около 100 кг
	б) слой субстрата 30 см	Около 130 кг
	в) слой субстрата 40 см	Около 160 кг
12.	Количество покровного материала, необходимое для 10 т субстрата:	
	а) слой субстрата 20 см	3 м^3
	б) слой субстрата 30 см	2,2 м^3
	в) слой субстрата 40 см	1,8 м^3
13.	Оптимальный срок насыпки покровного материала после загрузки шампиньонницы при различной толщине слоя субстрата:	
	а) слой субстрата 20 см	В день загрузки шампиньонницы
	б) слой субстрата 30 см	На 5-й день
	в) слой субстрата 40 см	На 10-й день

14.	Толщина слоя покровного материала после первого полива	2,5 – 3,0 см
15.	Появление первых плодовых тел	На 10 – 20-й день после посадки мицелия
16.	Первый сбор урожая	На 16 – 26-й день после посадки мицелия
17.	Продолжительность периода плодоношения	45 – 60 дней
18.	Продолжительность цикла выращивания	75 – 100 дней
19.	Средний урожай в расчете на 1 т термически обработанного субстрата	130 – 160 кг
20.	Максимальный урожай, полученный при проверке новой технологии в производственных условиях в расчете на 1 т термически обработанного субстрата за 60 дней плодоношения	200 – 240 кг
21.	Максимальный урожай в расчете на 1 т термически обработанного субстрата за 90 дней плодоношения	300 кг
22.	Проведение отдельных работ	Дневная норма в расчете на одного работника
	– загрузка небольшой камеры вручную (субстрат находился в камере)	10 т
	– выгрузка субстрата из небольшой камеры вручную	7 т
	– посев мицелия и наполнение мешков вручную; глубина слоя 30 см	70 – 100 шт.
	– наполнение мешков глубиной 30 см и уплотнение субстрата с помощью машины (отдельные работники подают субстрат и относят наполненные мешки)	1000 – 1500 шт.
	– подача покровного материала в шампиньонницу и насыпка его на субстрат в мешках	300 – 400 шт.
	– сбор урожая шампиньонов без обрезки ножек	200 – 300 кг
	– обрезка ножек собранных грибов (зависит от их величины)	60 – 120 кг

Примечание. Все другие виды работ подлежат нормированию как общие работы (погрузка и разгрузка, переноска, транспортировка на ручной тележке) или нормированию по времени.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

НЕИСПРАВНОСТИ В ТЕРМИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ И В ШАМПИНЬОННИЦЕ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Признаки	Причина	Устранение
1. Задерживается разогрев массы субстрата в камере	1. Загружен субстрат с низкой температурой 2. Слишком много свежего воздуха 3. Дефицит свежего воздуха	1. Включить нагреватель 2. Уменьшить подачу свежего воздуха 3. Увеличить подачу свежего воздуха
2. Температура субстрата в период его разогрева	1. Дефицит свежего воздуха	1. Увеличить подачу свежего воздуха

стабилизируется в пределах 30–45 °С	2. Слишком много свежего воздуха 3. Значительное переувлажнение субстрата	2. Уменьшить подачу свежего воздуха 3. Включить нагреватель
3. Температура субстрата перед пастеризацией стабилизируется в пределах 55–57 °С	1. Дефицит свежего воздуха 2. Много свежего холодного воздуха 3. Субстрат сильно переувлажнен	1. Увеличить подачу свежего воздуха 2. Уменьшить подачу свежего воздуха 3. Включить нагреватель
4. Повышение температуры в субстрате более 60 °С	Дефицит свежего воздуха	Увеличить подачу свежего воздуха
5. После устранения неисправности в электрооборудовании температура субстрата повысилась до 62–65 °С и удерживалась на этом уровне в течение 4–5 ч	1. Отсутствие рециркуляции воздуха 2. Саморазогрев всей массы субстрата или отдельных мест	1. Провести ремонт электрооборудования 2. Быстро охладить субстрат до 58 °С, затем медленно охлаждать до 53 °С и продолжать термическую обработку
6. Саморазогрев субстрата до 70 °С и выше	1. Неисправность в электрооборудовании 2. Безответственное отношение дежурного, который не обеспечил подачу достаточного количества свежего воздуха	1. Провести ремонт электрооборудования 2. Нормализовать условия кондиционирования, если высокая температура отмечается не во всех частях массы субстрата
7. После перегрева субстрата выше 70 °С температура его снизилась до 45 °С; масса субстрата сильно пахнет аммиаком и гнилью и больше не согревается	Погибли термофильные микроорганизмы, которые осуществляют ферментацию	Субстрат подлежит браковке
8. После пастеризации температура субстрата снизилась до 48 °С и имеет тенденцию удерживаться в пределах 45–46 °С	1. Очень быстро проведено охлаждение 2. Очень влажный субстрат 3. Камера не удерживает воздуха	1. На 2–3 ч прекратить подачу свежего воздуха, вентиляционная установка должна работать только на рециркуляцию 2. На 2–3 ч включить нагреватель 3. Как исключение периодически отключать вентиляционную установку примерно на 1 ч, после чего подавать свежий воздух
9. Повышение температуры в субстрате более 53 °С в период кондиционирования	1. Авария в вентиляционной установке 2. Дефицит свежего воздуха	1. Провести ремонт вентиляционной установки или включить резервный агрегат 2. Увеличить подачу свежего воздуха

10. Во время кондиционирования усиливается запах аммиака	1. Дефицит свежего воздуха 2. Вследствие повторного саморазогрева субстрата до температуры выше 53 °С имела место реаммонификация	1. Увеличить подачу свежего воздуха 2. Увеличить продолжительность кондиционирования
11. В конце кондиционирования не удается поддерживать температуру выше 48 °С и в субстрате все еще содержится аммиак	1. Некачественный субстрат 2. Ошибки, допущенные при термической обработке	1. Уменьшить подачу свежего воздуха в течение 4 – 5 ч 2. Увеличить подачу свежего воздуха, постепенно температура субстрата снижается до 42 °С 3. Увеличить продолжительность кондиционирования при температуре 42 °С 4. Включить нагреватель
12. Несмотря на продолжительное кондиционирование (15 – 20 сут), субстрат имеет pH 8,5, ощущается запах аммиака; субстрат очень сухой	1. Некачественный субстрат 2. Ошибки при термической обработке, главным образом перегрев субстрата или реаммонификация	Если субстрат не бракуют, то: 1. Нельзя использовать мешки из полимерной пленки в качестве производственных емкостей 2. Применять гнездовой способ посадки мицелия 3. Не спешить с нанесением на гряды слоя покровного материала
13. Готовый субстрат имеет pH около 8 и немного пахнет аммиаком, а в камере невозможно поддерживать температуру даже на уровне 42 °С	1. Некачественный субстрат 2. Ошибки при термической обработке субстрата 3. Недостаточная продолжительность периода кондиционирования	1. Увеличить продолжительность кондиционирования на несколько дней 2. После выгрузки субстрата из камеры еще раз определить pH 3. Использовать небольшие мешки из полимерной пленки высотой до 25 см 4. Применять гнездовой способ посадки мицелия 5. Если применять смешанный посев мицелия, то $^1/_3$ его необходимо высевать поверхностно – в верхний слой субстрата (5 – 6 см)

14.	Готовый субстрат имеет неравномерную влажность	Продолжительная термическая обработка в холодное время	1. Массу субстрата равномерно перемешать по вертикали 2. Отделить сухой слой непосредственно над решеткой, в конце дня увлажнить и оставить в камере для посева мицелия на следующий день 3. Всю массу субстрата увлажнить, выдержать 30–60 мин для того, чтобы субстрат пропитался водой
15.	Низкая температура субстрата в камере для выращивания	1. Субстрат охлажден при наполнении мешков 2. Холодная камера для выращивания	В камере для выращивания обеспечить обогрев по крайней мере в течение 7–10 дней
16.	Поверхность субстрата высыхает	Сухой воздух в камере для выращивания и усиленное отопление	1. Мешки закрыть газетами или полимерной пленкой 2. Насыпку покровного материала провести после удовлетворительного разрастания мицелия в субстрате
17.	Температура в субстрате выше 12 °С, но мицелий не растет	1. Низкая температура субстрата 2. Субстрат недостаточно селективен	1. Обогрев шампиньонницы и субстрата в мешках до 18–21 °С 2. Не спешить с нанесением на субстрат покровного материала
18.	Зерна мицелия оголены, но не заплесневевшие; температура оптимальная	1. Холодный мицелий высеян в теплый, но достаточно селективный субстрат	1. Нет причин для беспокойства
19.	Заметны зерна мицелия (но не гифы молодого мицелия)	1. Чрезмерно сухой субстрат	1. Измеряют влажность субстрата, и если она выше 58 %, то нет причин для беспокойства 2. Немедленно провести насыпку влажного покровного материала слоем не менее 2,5 см, затем полить
20.	Мицелий развивается нитевидно, но паутиновидные гифы не исчезают	1. Субстрат переувлажнен	1. На субстрат наносят покровный материал не раньше чем на 10-й день после высева мицелия 2. Применять более сухой покровный материал и насыпать его более тонким слоем

21.	Температура в мешках повышается более 25 °С	1. Слишком сильный обогрев 2. Мицелий уплотняется в субстрате, при этом выделяется больше тепла	1. Уменьшить или прекратить обогрев камеры 2. Увеличить подачу свежего воздуха
22.	Температура субстрата повышается более 25 °С только на верхних ярусах стеллажей; на нижних ярусах температура субстрата составляет 22 – 23 °С	1. Теплый воздух поднимается к потолку и больше согревает верхние мешки	1. Включить рециркуляционный вентилятор
23.	Температура субстрата в верхних мешках превышает 25 °С, а в нижних – составляет 18 – 21 °С	1. Отсутствует рециркуляция воздуха в камере по вертикали	1. Включить рециркуляционный вентилятор 2. Переставить мешки: верхние – на нижние стеллажи, а нижние – на верхние
24.	На субстрате в мешках верхних ярусов конденсируется водяной пар или с потолка капает вода	1. Плохо изолирован потолок 2. Недостаточная вентиляция и отсутствие движения воздуха в верхней зоне камеры	1. С помощью полимерной пленки капли воды отвести на проходы 2. Насыпать полусухой покровный материал 3. Включить рециркуляционный вентилятор 4. Обеспечить движение воздуха над верхними ярусами
25.	На субстрате образуется мучнистая плесень	1. Влажный воздух в камере	1. Камеру провентилировать 2. Субстрат опылить гипсом
26.	На субстрате и внутри него образуется плотный белый мицелий, который при растирании пальцами издает типичный приторный запах	1. Субстрат поражен бурой гипсовкой 2. Субстрат содержит свободный аммиак	1. Поверхность субстрата опылить порошковидным суперфосфатом
27.	На субстрате образуется бурый пыльный налет	1. Субстрат поражен бурой плесенью, недостаточно селективный субстрат	1. Не обращать внимание 2. Субстрат опылить порошковидным суперфосфатом
28.	На субстрате и по краям мешка развиваются чернильные грибы	1. В сырой субстрат была внесена чрезмерная доза азота 2. Готовый субстрат неселективен	1. Периодически удалять чернильные грибы до того, как они созреют и почернеют
29.	Мицелий в субстрате развивается неравномерно, пятнами; там, где мицелий отсутству-	1. Недостаточно селективный субстрат 2. Перегрев субстрата в термической камере	1. Выждать, пока мицелий шампиньона не одолеет плесневый гриб

	ет, на соломинах субстрата образуются маслянисто-зеленые бутончики размером 1 – 2 мм (перитеции зеленой плесени)	3. Термическая обработка субстрата выполнена при недостаточной подаче свежего воздуха	2. Субстрат перемешать и второй раз высадить мицелий 3. При сильном поражении субстрат выбраковать
30.	Мицелий прорастает в слой покровного материала и сильно уплотняется в нем; вода при поливе не впитывается; на покровном слое образуются лужицы	1. Очень сухой покровный материал 2. Высокая температура субстрата и воздуха	Сделать отверткой 15 – 20 отверстий в покровном материале, затем насыпать на него свежий покровный материал толщиной 2 – 3 мм, обильно полить водой, подогретой до 16 – 18 °С. Камеру проветрить; охладить воздух до 20 °С
31.	На покровном материале образуется воздушно-пушистый мицелий	1. Камера не вентилируется 2. Слишком высокая температура воздуха	1. Полить субстрат 2. Проветрить камеру 3. Охладить воздух до температуры ниже 20 °С
32.	На покровном слое образуются неправильной формы белесые пятна мицелия, которые темнеют от середины; мицелий издает запах бурой гипсовки	1. Субстрат поражен бурой гипсовкой	1. Пятна опылить порошковидным суперфосфатом
33.	Мицелий развивается на покровном материале в виде бесформенной грибной массы; слой покровного материала довольно сырой; температура воздуха выше 20 °С	1. Развивается строма из-за высокой температуры воздуха в камере и недостаточной подачи свежего воздуха	1. Камеру проветрить 2. Температуру воздуха снизить до 18 °С и ниже
34.	Началось плодообразование, но мелкие плодовые тела растрескиваются или высыхают; кое-где растут более крупные, но деформированные грибы	1. Нарушение воздушного и водного режимов в камере 2. Дым из печей 3. Применен инсектицидный препарат высокой концентрации	1. Сделать отверстия в покровном слое и обильно полить 2. Усилить вентиляцию 3. При передозировке инсектицида снять покровный слой толщиной 0,5 см, подсыпать свежий покровный материал и полить
35.	Многочисленные мелкие завязи величиной до 5 мм разбросаны как "рис"; мелкие грибы не растут	1. Раннее нанесение покровного слоя 2. Мицелий все еще уплотняется в субстрате 3. Низкая температура воздуха в камере 4. Признаки вырождения мицелия	1. Изменить климатический режим в камере 2. Обратиться за помощью к специалисту

36.	Отмечаются мелкие завязи коричневого цвета, которые впоследствии погибают	1. Полив холодной водой 2. Вентилирование сухим холодным воздухом 3. Опрыскивание инсектицидами	1. Поливать подогретой водой 2. Проветривать 3. Выждать до нового плодообразования
37.	Появляются погибшие мелкие слизистые завязи	1. Развиваются бактерии на мертвой ткани	1. Обработать 0,25 %-ным раствором хлорной извести, 0,2 %-ным известковым раствором или 0,2 %-ным раствором формалина 2. Хорошо проветрить камеру
38.	Сбор урожая начался, но многие молодые грибы темнеют и погибают	1. Естественные потери вследствие разрыва основных ризоморф при сборе урожая 2. Бактериальная инфекция 3. Заболевание грибов	1. Погибшие грибы собрать и уничтожить 2. Обработать раствором хлорной извести или известковым раствором 3. Пригласить специалиста по защите растений
39.	Деформация отдельных крупных грибов	1. Генетическое вырождение штамма 2. Воздействие несвежего воздуха в ранней фазе образования завязей 3. Ошибки в климатическом режиме	1. Деформированные грибы собрать независимо от степени спелости 2. Изменить климатический режим
40.	На кожице и шляпках отдельных грибов и группы грибов образуется чешуйчатость	1. Сухой поток воздуха над местом, где растут растрескавшиеся грибы	1. Проветрить помещение
41.	На плодовых телах образуются темные слизистые пятна	1. Бактериальное заболевание	1. Все покрывшиеся пятнами грибы собрать, после чего вымыть руки с мылом 2. Обработать субстрат известковым раствором или раствором хлорной извести 3. Обработать субстрат 0,2 %-ным раствором формалина
42.	Сухие пятна на плодовых телах от сероватого до светло-коричневого цвета	1. Вероятнее всего, поражение вертициллезной (сухой) гнилью	1. Проведение гигиенических мероприятий 2. Обратиться за помощью к специалисту

43.	Плодовые тела становятся мелкими, ножки грибов удлинены, шляпки мелкие, при разрезе ножки бывают "полосатыми" и водянистыми; преждевременное раскрытие шляпок	1. Вирусное заболевание	1. Уничтожить все мешки с пораженным субстратом 2. Собрать грибы до раскрытия шляпок плодовых тел 3. Соблюдать общие гигиенические правила 4. Проконсультироваться у специалиста
44.	Плодовые тела приобретают серовато-белую окраску, отвердевают и некоторые шляпки наклонены в сторону, ножка расширена у основания и "держится" очень прочно в покровном слое многочисленными толстыми ризоморфами ("корнями")	1. Мумификация плодовых тел	1. Уничтожить все мешки с пораженным субстратом 2. Субстрат полить раствором известковой или хлорной извести
45.	На покровном слое образуются круглые пятна белого пушистого мицелия; он быстро разрастается и охватывает снаружи плодовые тела, которые загнивают	1. Поражение грибов паутинистой плесенью или мокрой гнилью	1. Очаги заболевания (первые пятна) засыпать поваренной солью 2. Обработка всей камеры фундазолом из расчета 1 г/м^2
46.	Замедляется плодоношение; образовавшиеся плодовые тела слабые, выглядят "тощими", в субстрате мицелий ослаб, наблюдаются желто-зеленые пятна, пахнущие плесенью	1. Поражение грибов желто-зеленой плесенью	1. Прямые средства борьбы неизвестны 2. Провести профилактическую обработку для предохранения следующего оборота культуры от инфекции
47.	Плодоношение ослабляется и вскоре совсем прекращается; на границе между покровным материалом и субстратом появляется желтый налет плесени; субстрат имеет запах карбида	1. Поражение субстрата желтой плесенью мицелиофтора	1. Прямые средства борьбы неизвестны 2. Выращивание грибов прекратить 3. Провести профилактическую обработку, для того чтобы предотвратить распространение инфекции

48. Плодоношение резко снижается в течение месяца после первого сбора урожая; наблюдаются уплотнения мицелия; при горизонтальном разделении субстрата видны разбросанные бело-желтые пятна	1. Поражение желтой плесенью-конфетти	1. Прямые средства борьбы неизвестны 2. Провести профилактическую обработку, чтобы ограничить распространение инфекции из очага возникновения
49. На поверхности покровного материала, между его комочками и плодовыми телами развивается густая белая плесень; она врастает в покровный слой; вода при поливе скапливается в покровном слое; вскоре под пленкой мешка, а затем и на покровном слое образуется карминно-красный налет	1. Поражение субстрата карминной плесенью	1. Средства прямой борьбы неизвестны 2. Сделать отверстия в слое покровного материала и обильно полить
50. Плодоношение снижается; паутинистый мицелий в субстрате и покровном слое исчезает; субстрат кажется пронизанным мощными ризоморфами; вскоре на них образуются твердые тельца грибов	1. Субстрат и мицелий поражены трюфельной болезнью	1. Средства прямой борьбы неизвестны 2. Проводят общую профилактическую обработку
51. Грибы остаются мелкими, некоторые из них приобретают серый цвет и становятся водянистыми; в субстрате погибает паутинистый мицелий и остаются разорванными нитевидные гифы; субстрат кажется вязким и имеет характерный запах гнили	1. Вероятнее всего, поражение нематодами	1. Средства прямой борьбы неизвестны 2. Отправить пробу на анализ в лабораторию по защите растений 3. Соблюдать общие правила гигиены
52. Плодоношение резко прекращается или сокращается; непосредственно под покровным материалом наблюдается черный слой влажного субстрата, в котором мицелий погиб	1. Гибель мицелия вследствие неосторожного обильного полива 2. Вероятно, были занесены нематоды вместе с покровным материалом	1. Отправить пробу в лабораторию по защите растений для определения поражения нематодами 2. Подсушить слой покровного материала

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕБОЛЬШОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ

Основные положения. В личном хозяйстве, где используется преимущественно ручной труд, целесообразно строить термическую камеру с площадью пола 30–35 м^2 монолитным способом из традиционных строительных материалов – кирпича, песка, цемента, известкового раствора, арматурной стали и др.

В качестве примера здесь будет рассмотрена камера шириной 4 м, длиной 8 м и высотой 3 м, т. е. площадью 32 м^2, углубленная в землю до уровня решетчатого пола и открываемая с одной стороны. Машинное отделение расположено по длине камеры (рис. 75). Фундамент изготавливают из бетона или бутобетона. Одновременно строят и железобетонные колонны, на которые позже будут уложены несущие балки и колосниковые решетки решетчатого пола (рис. 76). Колонны располагают в два ряда по 4 или 5 шт. в ряду.

Стены камеры строят из пустотелого кирпича, лучше всего из четвертных кирпичей, но можно и из обычных кирпичей размером 250 X 120 X 60 мм, на цементно-известковом растворе. Можно применять два типа стен (рис. 77): а) пустотелые стены со встроенной теплоизоляцией; б) сплошные стены с теплоизоляцией, выполненной в виде облицовки с внутренней стороны.

Чаще всего изготавливают стены по второму способу, при котором потери тепла меньше. В камере, построенной этим способом, легче и эффективнее поддерживать технологический режим.

Потолок камеры и машинного помещения представляет собой железобетонную плиту, изолированную внизу. Стены изготавливают посредством обвязочных железобетонных поясов и одной усиливающей обвязочной балки в середине камеры. Строительные работы выполняют в такой последовательности: опалубка, сетка Рабитца, стиропор, арматура, которую в некоторых местах еще при отливке связывают с мелкоячеистой проволочной сеткой.

Армирование железобетонной плиты делают в зависимости от вида постоянных или временных нагрузок (собственная масса и снег). Арматурный план должен составить специалист-строитель.

На рисунке 78 представлены элементы потолка вместе с кровельной конструкцией.

Крыша может быть с односкатным или двускатным уклоном и построена одним из двух способов, показанных на рисунке 78. Более легким является второй вариант, но он требует использования древесины, которая является дефицитной. В районах с суровой зимой пустоты между противоположными балками потолочной плиты можно заполнить перлитом в массе (насыпью) и обеспечить допол-

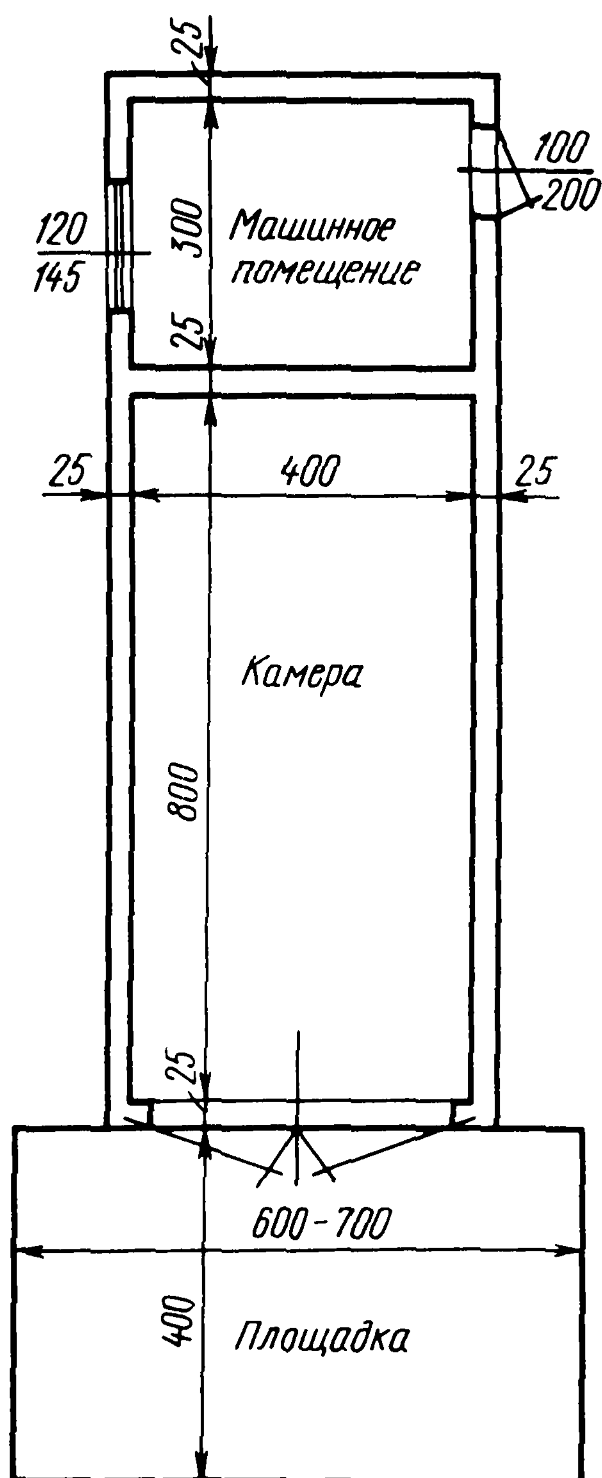


Рис. 75. Элементы небольшой термической камеры, используемой в качестве примера в Приложении 3

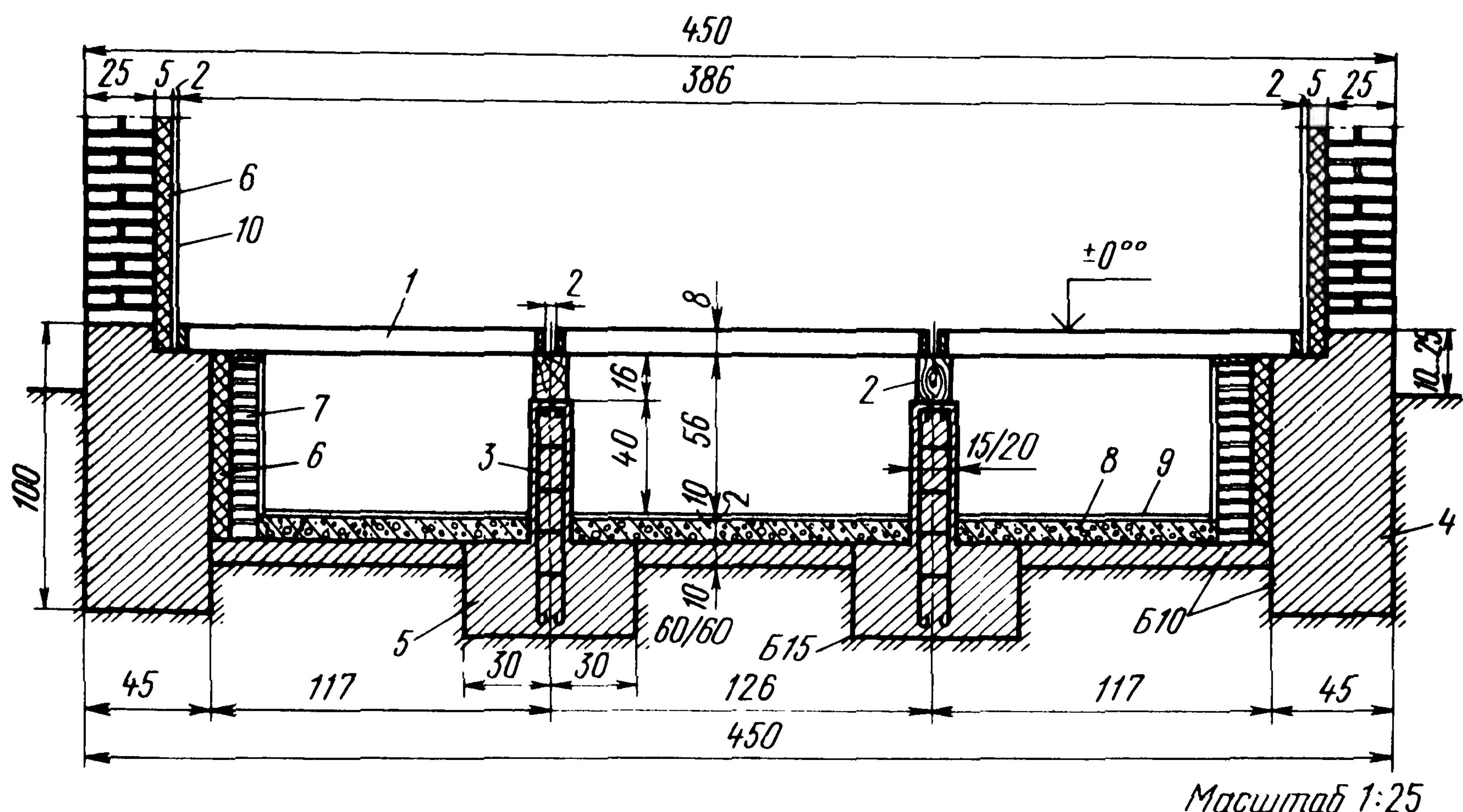


Рис. 76. Поперечный разрез плана фундамента небольшой камеры:

1 — деревянная колосниковая решетка (решетчатый пол); *2* — несущая деревянная балка размерами 16 Х 14 см; *3* — железобетонная свая размером 15 Х 20 Х Х 40 см, армированная прутками диаметром 10 мм, и со встроенными усиками диаметром 6 мм через 20 см (сваи через 2—2,5 см в два ряда в продольном направлении); *4* — фундамент в свае; *5* — фундамент на сваях размером 60 Х 60 Х Х 30 см; *6* — стиропор толщиной 5 см; *7* — кирпичная стена толщиной 12 см; *8* — керамзитобетон или шлакобетон толщиной 10 см; *9* — цементная стяжка; *10* — асбестоцементная штукатурка

нительную теплоизоляцию потолка. Перлит покрывают полимерной пленкой, которую надежно прикрепляют. Если крышу строить из $^1/_2$ кирпича, то обеспечивается и воздушная "подушка", которая еще благоприятнее отражается на теплоизоляции камеры.

Пол делают с теплоизоляцией из шлакобетона или керамзитобетона слоем 10 см (см. рис. 76). Цементной стяжкой получают уклон к канализации в нап-

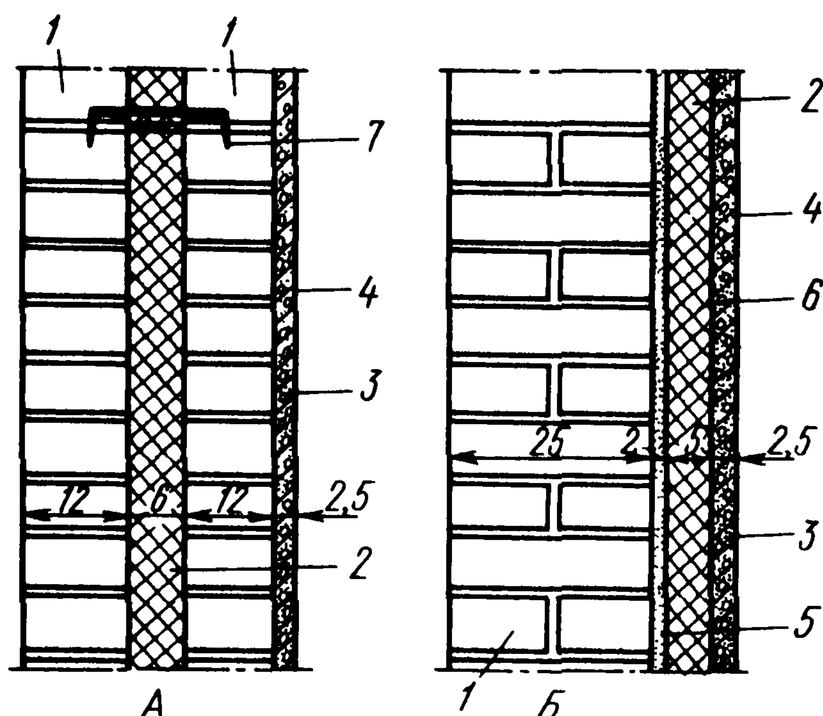


Рис. 77. Поперечный разрез стены термической камеры в двух вариантах:

А — со встроенной теплоизоляцией; *Б* — с изоляцией, нанесенной в виде облицовки: *1* — кирпичная стена на известково-цементном растворе; *2* — стиропор толщиной 5 см; *3* — асбестоцементная штукатурка толщиной 2—2,5 см; *4* — пароизоляция; *5* — прокладка из известково-цементного раствора толщиной 1,5—2 см; *6* — сетка Рабитца; *7* — металлические скобы по 1 шт. на линейный метр в два ряда по высоте стены

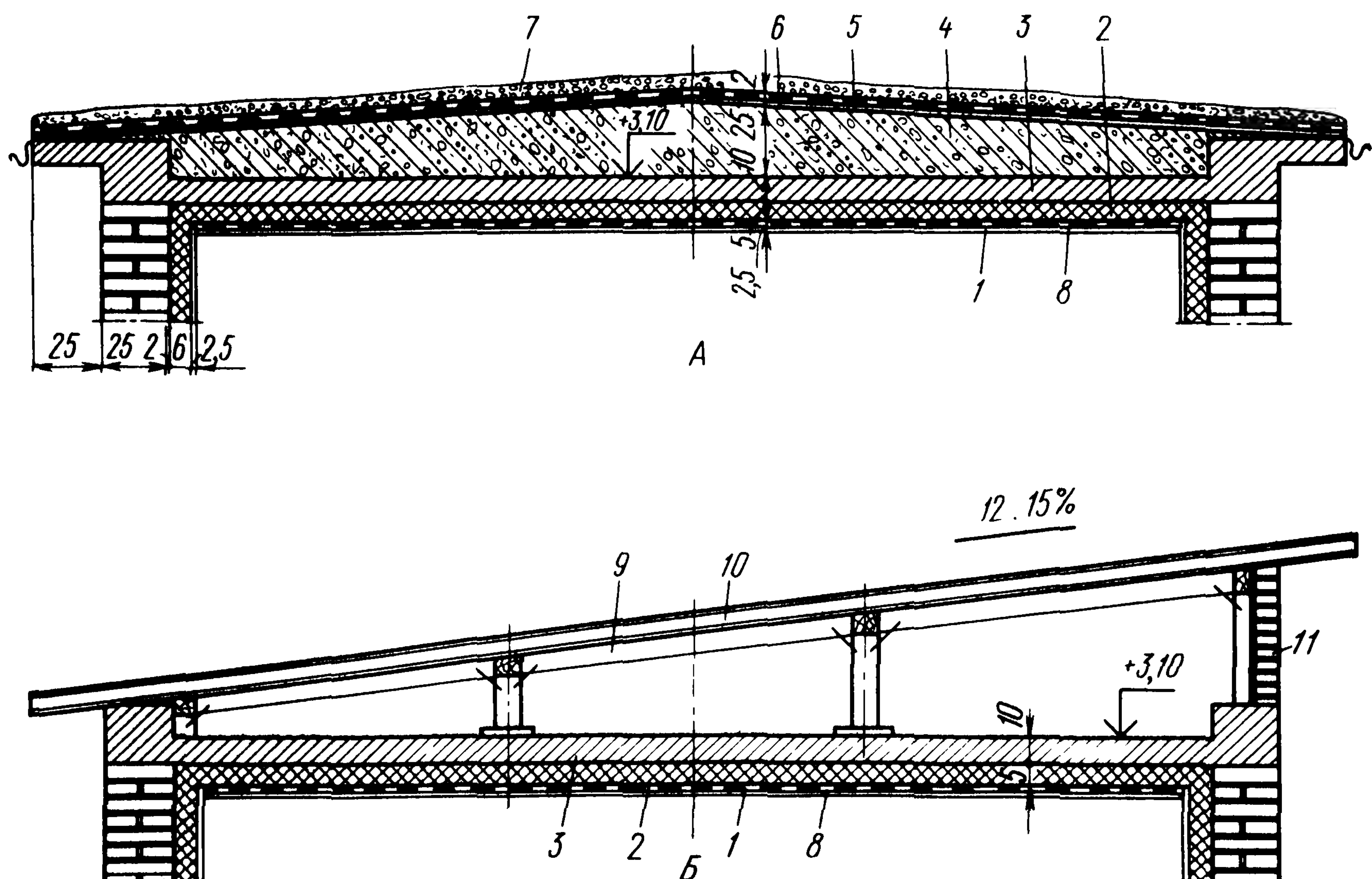


Рис. 78. Конструкция крыши в двух вариантах:

А — двускатная крыша без чердачного помещения; *Б* — односкатная крыша с чердачным помещением: *1* — сетка Рабитца; *2* — стиропор; *3* — железобетонная плита толщиной 10 см; *4* — утеплитель из шлакобетона, керамзитобетона или перлитобетона, уложенный с наклоном; *5* — цементная стяжка; *6* — трехслойная гидроизоляция из битума; *7* — покрытие из войлока или алюминиевой пудры; *8* — асбестоцементная штукатурка; *9* — деревянная конструкция; *10* — обшивка из жести или этернита на дранке с уклоном 12—15 %; *11* — кирпичная стена толщиной 12 см

равлении к машинному помещению. Пол машинного помещения также следует теплоизолировать и зацементировать; за дверью и фундаментом для вентилятора делают два выступа.

Теплоизоляцию (облицовку стен) можно сделать традиционным способом в такой последовательности: забивание в стены арматурных выпусков толщиной 6 мм; закрепление стиропоровых плоскостей на арматурных выпусках; закрепление и натягивание мелкоячеистой сетки на стиропоры с помощью скоб из проволоки; оштукатуривание асбестоцементной штукатуркой толщиной 2–2,5 см.

Грибоводу, который сам будет делать теплоизоляцию камеры, более доступен следующий способ: грубое оштукатуривание стен (набрызг) цементно-известковым раствором 1,5–2 см; на следующий день нарезка из стиропоровых плоскостей кусков размером 50 Х 50 см; наклеивание пластин стиропора на грубо оштукатуренные стены с помощью сильно концентрированного цементного раствора, можно с добавлением клея С 200; на следующий день наносят асбестоцементную штукатурку непосредственно на стиропор; начинают с нижнего края стены и постепенно наносят на кольцевые пояса от 20 до 30 см. Такую же штукатурку наносят и на сетку Рабитца на потолке.

Пароизоляцию стен и потолка можно провести различными способами: жид-

ким стеклом, эпоксидной смолой или наклеиванием полимерной пленки и др. Самым легким и наиболее доступным в личном хозяйстве является использование смеси из цемента и пластмассового клея типа С 200. Пароизоляцию выполняют в два этапа. Сначала клей разводят водой (50 %) и наносят на стены раствор щеткой. После этого готовят раствор из цемента и клея в равных весовых частях, перед нанесением раствора на стены и потолок его разбавляют водой, но не более чем на 50 %. Для шпаклевки раствор готовят гуще и в небольших количествах, чтобы он преждевременно не затвердел. Такой раствор используют и для текущего ухода за пароизоляцией. В процессе эксплуатации камеры стены ее периодически осматривают и все трещины, царапины и места с отпавшей штукатуркой "ремонтируют" с помощью шпателя или кисти-ручника.

Двери могут быть одинарными или двойными шириной 1–4 м и высотой 2,2–2,4 м. Коробку и двери изготавливают из нержавеющего материала или за-

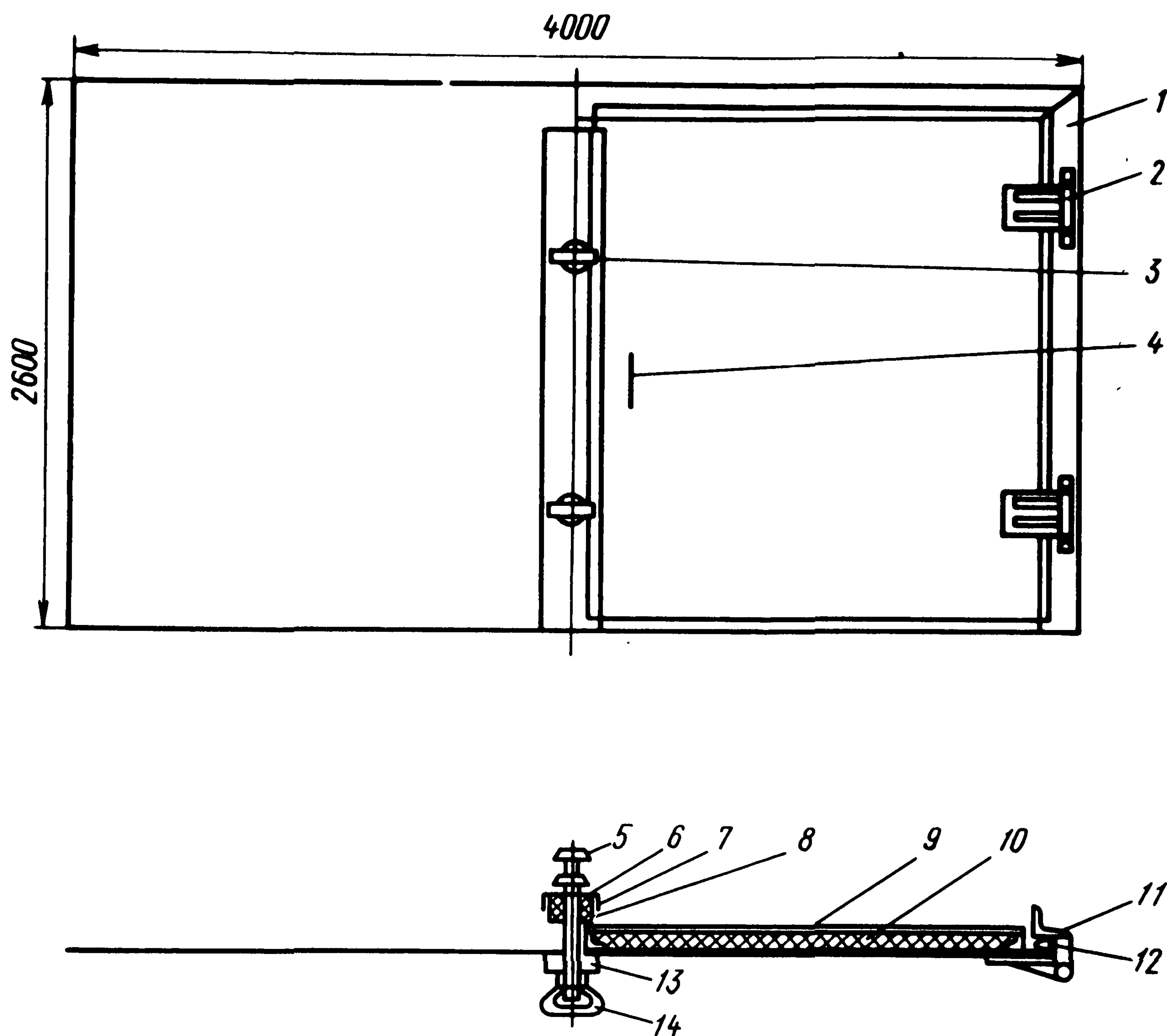


Рис. 79. Двойная металлическая дверь с разделяющей металлической шпросой:

1 – уголок размером 80 X 80 X 8 мм; *2* – петля; *3* – задвижка; *4* – ручка; *5* – оформление двух П-образных профилей; *6* – два сваренных уголка размером 45 X 45 X 4 мм; *7* – пластина размером 30 X 3 мм; *8* – резиновый уплотнитель; *9* – оцинкованная кровельная жесть; *10* – теплоизоляция из стекловаты (55 мм); *11* – уголок размером 50 X 50 X 5 мм; *12* – резиновый уплотнитель; *13* – П-образный профиль; *14* – задвижка

щищают от коррозии. Для достижения герметичности дверей используют резиновый уплотнитель или войлок. Если делают широкие двери, то широкой будет и дощатая перегородка за ними (см. рис. 41). Чтобы избежать применения длинных и тяжелых толстых досок, можно сделать подвижную вертикальную шпросу, которая разделит дверной проем на две части и будет служить опорой при их закрывании (рис. 79 и 80). Стойки из профильной стали (П-образного профиля) прикрепляют как к дверной коробке, так и к двум сторонам шпросы.

Решетчатый пол легче всего изготовить из деревянного материала, по возможности соснового и основательно пропитанного. Две балки ставят продольно на железобетонные подпорки, и они вместе с двумя шлицами, образованными основаниями, служат опорой для решетки. Решетчатый пол можно изготовить из поперечно уложенных единичных профилированных брусков такой же длины, как ширина камеры, или из трех рядов предварительно изготовленной колосниковой решетки (рис. 81). Балки могут быть металлическими или железобетонными, но сталь ржавеет, а бетон поглощает много тепла из субстрата в период его разогрева, когда любая потеря тепла является недостатком в работе, поэтому предпочитают деревянные. Деревянные колосниковые решетки также можно заменить бетонными, которые имеют такой же недостаток и, кроме того, тяжелы. Применять сетки не рекомендуется главным образом из-за того, что весь пол "открывается" и нагнетаемый воздух не распределяется равномерно в массе субстрата.

Вентиляционную установку доставляют еще до того, как начнут строительство и монтаж. В зависимости от типа вентилятора заказывают воздуховоды и планируют отверстия в стенах, основании и потолке.

Воздуховоды делают из оцинкованной жести толщиной 1 мм. Если предпочитают черную кровельную жесть такой же толщины, то готовые элементы очищают шкуркой (если на некоторых местах имеются ржавые пятна) и три раза вручную или пять раз с помощью компрессора покрывают с двух сторон антикоррозийным перхлорвиниловым лаком. Отдельные элементы соединяют с помощью уголковых фланцев и уплотнителей из термостойкой резины, которые в момент монтажа можно покрыть масляной краской. Используют хромированные болты и гайки. Там, где необходимо, проводят пайку оловом. Улитку вентилятора также трехкратно покрывают со всех сторон перхлорвиниловым лаком, обращая особое внимание на кольцевые швы и с учетом достижения полной герметичности. Вместо лака можно использовать битум с высокой точкой плавления (выше 100 °С) или другие антикоррозийные покрытия.

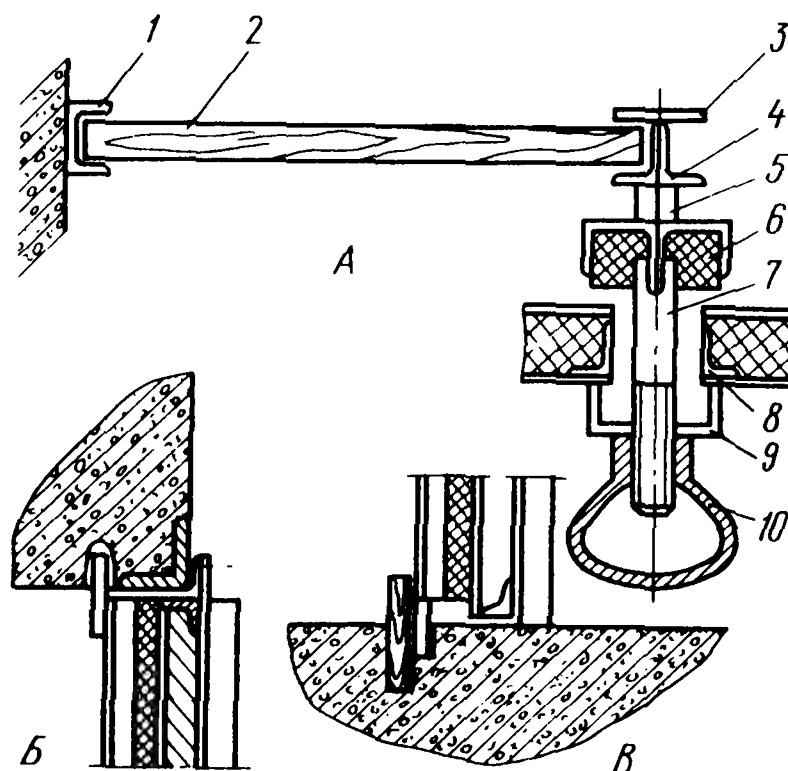


Рис. 80. Детали шпросных дверей:

А — закрывающее устройство: *1* — П-образный профиль к дверной коробке; *2* — доска толщиной 2—2,5 см; *3* — пластина; *4* — два сваренных уголка, которые вместе с пластиной (*3*) образуют два П-образных профиля шпросы; *5* — основная корпусная деталь шпросы; *6* — резина с квадратным сечением; *7* — болт диаметром 30 мм; *8* — уголок размером 50 X 50 X 5 мм; *9* — П-образный профиль размером 100 X 50 X 5 мм; *10* — латунная гайка с рукояткой; *Б* — верхняя часть шпросы в положении "Закрытые двери"; *В* — нижняя часть шпросы в положении "Закрытые двери"

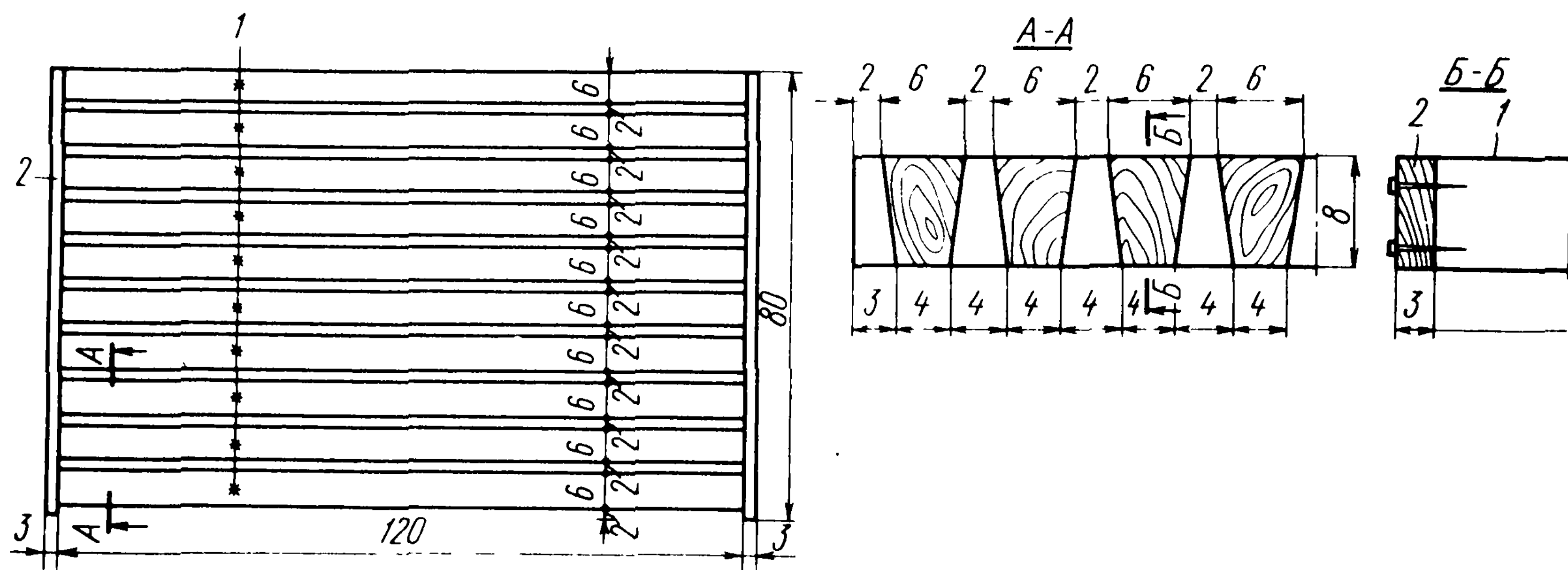


Рис. 81. Деревянная колосниковая решетка – элемент решетчатого пола:

1 – профилированные деревянные балки размером 1200 × 60 × 80 мм, связанные по 10 шт. в решетку; *2* – соединяющая доска толщиной 30 мм

Вентилятор и электродвигатель, соединенные ременной передачей, монтируют стабильно на металлической раме, предварительно закрепленной на фундаменте. Соблюдают инструкции завода-изготовителя для того, чтобы избежать вибрации при работе вентилятора. Воздуховоды соединяют с вентилятором с помощью манжет из прорезиненного брезента или подходящей мягкой резины. Для смазки подшипников используют высокотемпературную колпачковую масленку.

Легче всего сооружать вентиляционную установку с двумя коленами – одно для вытяжного и одно для смесительного воздуховода (рис. 82). Тогда отверстие вытяжного вентилятора не попадает в одну вертикальную плоскость с отверстием нагнетательного воздуховода в стене камеры. Обычно отверстие нагнетательного воздуховода располагают в середине основания под решетчатым полом, а отверстие вытяжного делают слева или справа в зависимости от того, какой вентилятор поставлен – левый или правый.

Нагнетательный воздуховод должен быть достаточно широким, чтобы в него можно было включить подвижный электрический нагреватель. Длина его должна быть самое меньшее 60 см.

Воздуховод для свежего воздуха выводят вертикально через отверстие в плите потолка машинного помещения на высоту 2–3 м от крыши. В нем оставляют место для установки противопыльного фильтра (см. рис. 37) или монтируют специальный фильтровальный шкаф – лучше всего в чердачном помещении (см. рис. 82). Сечение воздуховодов должно быть равно сечению отверстия вытяжного вентилятора.

Уплотнение воздуховодов к стене камеры будет прочнее при использовании цементного раствора и добавке клея С 200.

Задвижки или клапаны для регулирования воздуха в вентиляционной установке должны плотно прилегать к стенам воздуховодов. Этого можно достигнуть с помощью резиновых уплотнителей. На рисунке 83 представлена схема одинарного клапана, который целиком можно изготовить из куска мягкой (автомобильной) резины, вырезанной немного шире сечения воздуховода. Резину прижимают между двумя металлическими рамками, предварительно покрытыми суриком и промазанными антикоррозийным покрытием. Используют хромированные болты и гайки. Готовый клапан монтируют в смесительной камере шарнирным соединением. Регулируют его с внешней стороны соответствующим рычагом и устройством для фиксации.

Дополнительное отверстие сечением не менее 100 см^2 для засасывания подогретого свежего воздуха из машинного помещения располагают в смесительном воздуховоде (между регулирующим клапаном и вентилятором) на подходящей высоте, чтобы работник мог легко дотянуться до него. Оно может быть с квадратным сечением и регулироваться с помощью задвижки или с круглым сечением и регулироваться внутренним или внешним вращающимся клапаном.

Выпускное отверстие как элемент вентиляционной установки должно иметь сечение, равное сечению воздухопровода для подачи свежего воздуха. Его располагают в стене или в одном крыле дверей на высоте 2 м от решетчатого пола (над слоем субстрата), обязательно с противоположной стороны большого вентилятора. Так как под ним всегда образуется конденсационная вода, хорошо было бы в отверстие включить металлический воздуховод, выводящий отработанный воздух, на расстоянии не менее 20–30 см от стены камеры. Внешняя часть этого воздуховода должна быть теплоизолированной. Таким образом, сохраняется внешняя штукатурка камеры от разрушающего действия пара и аммиака, которые поступают через выпускное отверстие. Отверстие закрывают жалюзийной решеткой из нержавеющего материала или одинарным клапаном, висящим на латунном кольце.

Отверстие, предусмотренное техникой безопасности, сооруженное с вытяжным вентилятором с дебитом 500–1500 м^3/ч, оставляют также на высоте над слоем субстрата в одной из боковых стен, расположенной на противоположной стороне дверей (рис. 84).

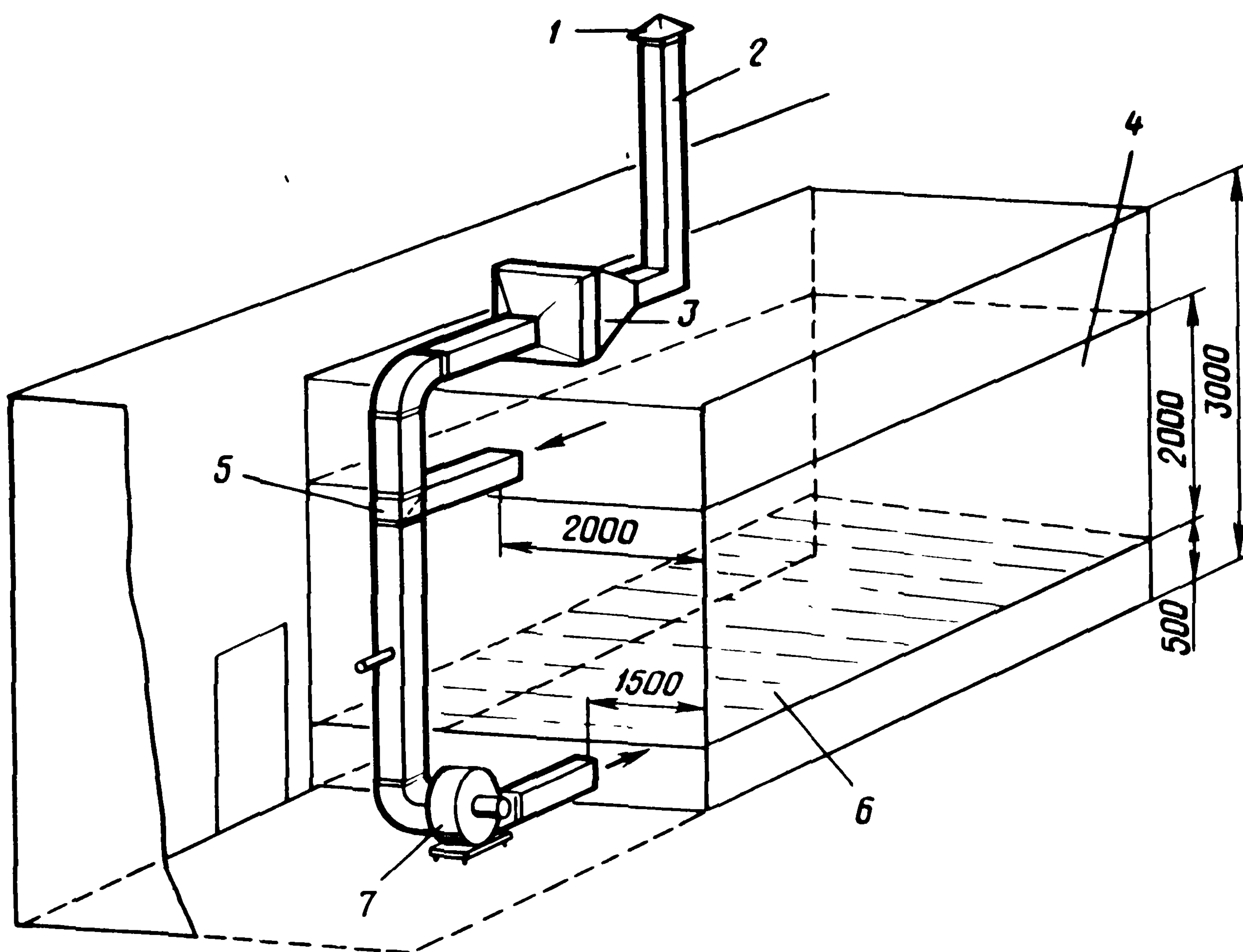


Рис. 82. Схема машинного отделения с вентиляционной установкой:

1 – колпак; *2* – воздуховод для свежего воздуха; *3* – фильтр; *4* – компостная масса; *5* – смесительный клапан; *6* – решетчатый пол; *7* – вентилятор

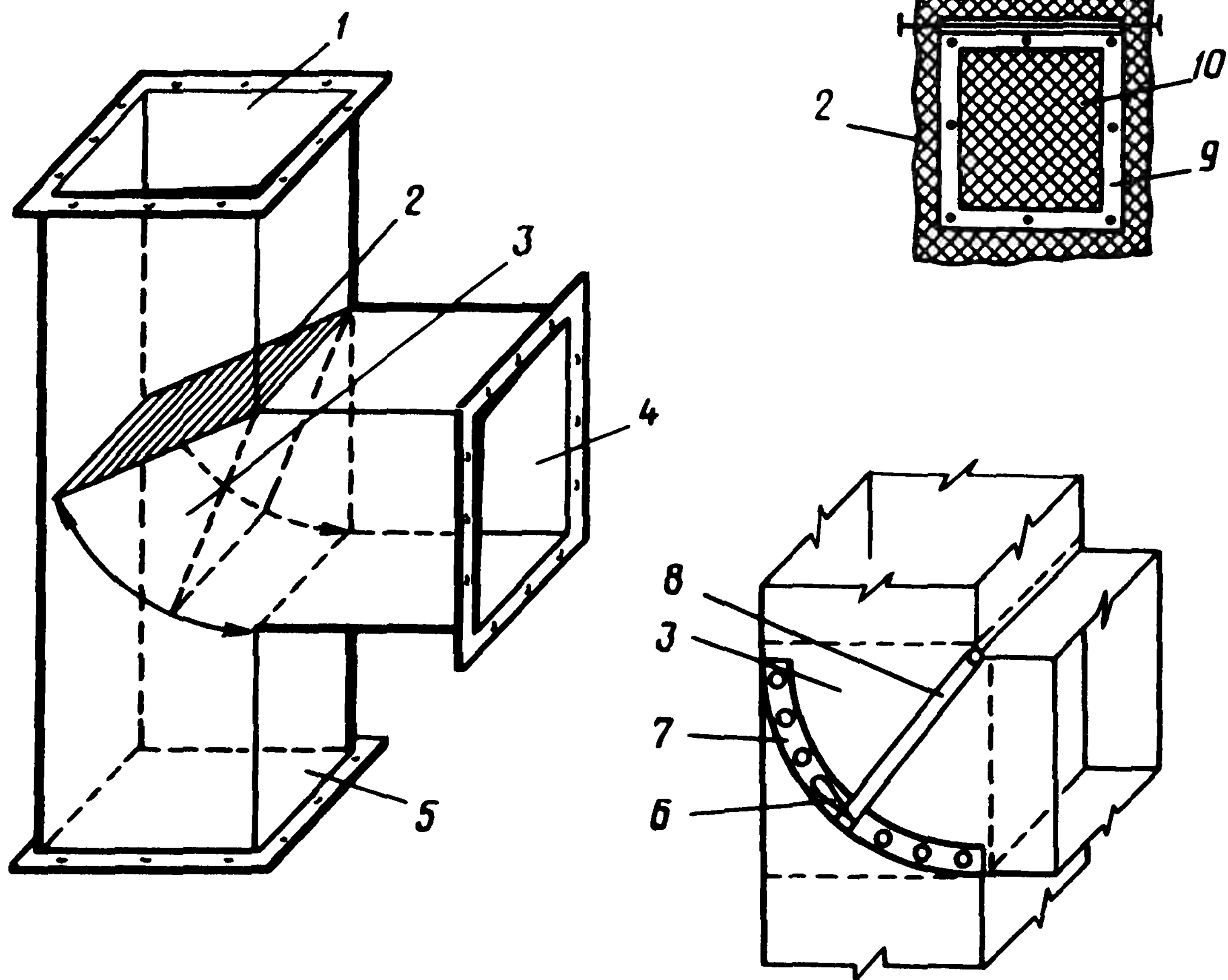


Рис. 83. Одинарный клапан для регулирования воздушного режима в камере:

1 — воздуховод для свежего воздуха; *2* — клапан; *3* — смесительная камера; *4* — воздуховод для рециркуляционного воздуха; *5* — воздуховод для смешанного воздуха; *6* — фиксатор; *7* — регулятор; *8* — рычаг; *9* — двойная металлическая рама; *10* — резина для клапанов

Отверстие для измерения температуры в слое субстрата предусматривается на доступном месте в машинном помещении и зависит от расположения вентилятора. Оно должно быть расположено на высоте 80 см от решетчатого пола и не менее чем на 80 см от соответствующей боковой стены. Его оформляют кусками асбестоцементной трубы диаметром 12–15 см с небольшим уклоном к субстрату и внешнему краю, который выходит на 5–6 см от стены.

Готовую вентиляционную установку следует проверить на герметичность. С этой целью обеспечивают источник дыма в камере, закрывают ее и вентиляционную установку включают на режим "Рециркуляция". Те места, через которые из установки выходит дым, дополнительно замазывают, запаивают оловом и обматывают обычным полотном (или полимерной пленкой), покрытым клеем С 200.

Теплоизоляцию воздуховодов и вентилятора делают из стекловаты, каната или тюфяка толщиной 55 мм. Сверху вату плотно укутывают стеклопластиком или сеткой Рабитца и покрывают асбестоцементной штукатуркой.

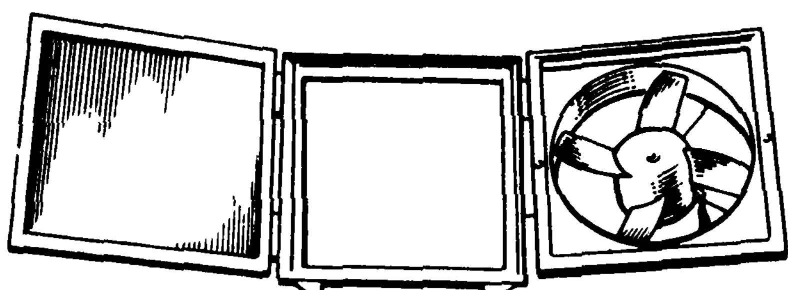
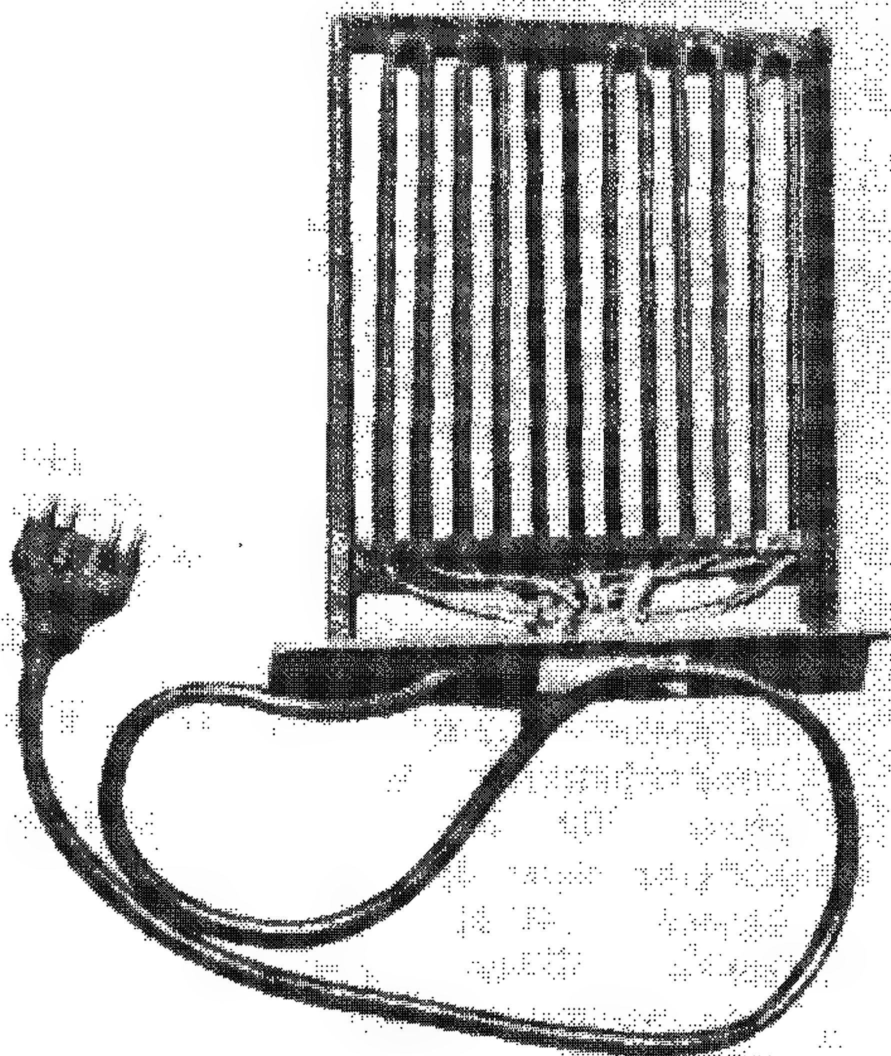


Рис. 84. Отверстие вытяжной вентиляции (по технике безопасности):

Слева — теплоизоляционная створка; *справа* — вентилятор на поворотной раме

Рис. 85. Электронагреватель для воздуховода системы приточной вентиляции



Электропроводку должен сделать квалифицированный электротехник. Центробежный вентилятор требует подводки трехфазного тока. Электрический нагреватель мощностью от 6 до 9 кВт следует соединить с сетью таким образом, чтобы он работал лишь при условии, когда работает вентилятор. При опускании в монтажное гнездо нагнетательного воздуховода нагреватель должен плотно лечь на асбестовый уплотнитель и застопориться, чтобы обеспечить герметичность. На рисунке 85 изображен подвижный электронагреватель, смонтированный на металлической раме. Сверху видна монтажная планка, которую прижимают к асбестовому уплотнителю. Подобная планка ставится на место после того, как нагреватель вынимают из монтажного гнезда.

Электрическое табло и воздушные пускатели вентиляторов (ПВ) монтируют вне машинного помещения. В машинном помещении необходимы: освещение, разъем для электронагревателя и разъем для переносной лампы.

На площадке необходимы три контакта – два для трехфазного тока и один для однофазного. Их используют для включения машин при выгрузке субстрата из камеры, для разбивки субстрата и наполнения мешков.

Там, где отключают электрический ток на длительное время, грибовод, имеющий в своем распоряжении камеру для пастеризации субстрата, должен располагать подходящим генератором тока для аварийного пуска вентилятора.

Спецификация материалов. В таблице 19 представлена количественная спецификация основных материалов, необходимых для строительства термической камеры, с указанными примерными размерами помещения и способом строительства.

Состав и нормы расхода некоторых основных строительных растворов. Для приготовления 1 м^3 соответствующего раствора придерживаются следующих норм:

Бетон марки 100 (Б 10):

цемент – 225 кг
песок – 0,52 м^3
щебень – 0,80 м^3
вода – 218 л

Бетон марки 150 (Б 15):

цемент – 295 кг
песок – 0,48 м^3
щебень – 0,80 м^3
вода – 233 л

Известково-цементный раствор М 25:
гашеная известь – 0,15 м³
цемент М 250 – 170 кг
песок просеянный – 1,12 м³
вода – 260 л

Известково-цементный раствор М 50:
гашеная известь – 0,13 м³
цемент М 50 – 240 кг
песок просеянный – 1,16 м³
вода – 270 л

Цементный раствор марки 50:
цемент – 330 кг
песок влажностью 8 % – 1,22 м³
вода – 350 л
соотношение цемент: : песок– 1 : 3,8

Цементный раствор марки 100:
цемент – 340 кг
песок влажностью 8 % – 1,22 м³
вода – 340 л
соотношение цемент: : песок – 1 : 3,6

Цементный раствор марки 200:
цемент – 480 кг
песок влажностью 8 % – 1,20 м³
вода – 310 л
соотношение цемент: : песок – 1 : 2,5

Керамзитобетон марки 35:
цемент – 240 кг
керамзит – 1,2 м³
пластификатор – 10 кг
вода – 200 л

Шлакобетон марки 35:
цемент – 240 кг
шлак 5–30 мм – 1,2 м³
пластификатор – 10 кг
вода – 300 кг

Перлитобетон марки 35:
цемент – 240 кг
перлитовый песок – 1,4 м³
пластификатор – 10 кг
вода – 320 л

Асбестоцементный раствор марки 50:
цемент – 1000 кг
асбест молотый – 400 кг
асбест влажный – 400 кг
вода – 500 л

Гидроизоляция крыши – нормы расхода на 1 м².
битум – 9,31 кг
бензин – 1,49 л
асбест молотый – 0,48 кг
стеклоруберoид – 2,24 м²
конобит – 1,12 м²
древесина для сжигания – 5, 58 кг

Таблица 19. **Спецификация основных строительных материалов (по усредненным показателям)**

Вид материала	Количество	
	I вариант – двускатная крыша без чердачного помещения	II вариант – односкатная крыша с чердачным помещением
Материалы для строения		
Бетон (Б 10) для фундамента, м³	20	20
Бетон (Б 15) для плит, ферм и венцов, м³	9	9
Керамзитобетон в фундаменте, м³	4	4
Кирпич пустотелый размером 25 X 12 X 6 см, тыс. шт.	10	10,5
Цементно-известковый раствор для кладки и внешней штукатурки, м³	8,5	8,5
Асбестоцементный раствор марки 50, м³	2	2
Керамзитобетон для крыши, м³	9	–
Цементный раствор для обмазки пола, м³	1	1
Цементный раствор для обмазки кровли, м³	1,2	–
Цемент в штукатурке, кладке и др., т	1	1
Арматурная сталь типа AI Ф 8, кг	600	600

Вид материала	Количество	
	I вариант – двускатная крыша без чердачного помещения	II вариант – односкатная крыша с чердачным помещением
Арматурная сталь типа AI Ф10, кг	100	100
Сетка Рабитца для потолка, $м^2$	40	40
Мелкий щебень размером 5–30 мм, $м^3$	2,5	–
Асбошифер волнистый или оцинкованная кровельная жесть, $м^2$	–	70
Деревянный материал для решетчатого пола, $м^3$	2,4	2,4
Деревянный материал для крыши, $м^2$	–	3
Опалубка, $м^2$	150	150
Плиты стиропора толщиной 5 см, $м^2$	120	120
Материалы для воздухопроводов		
Жесть толщиной 1 мм, $м^2$	30	30
Стекловата-тросы толщиной 55 мм, кг	250	250
Стеклопластик, $м^2$	33	33
Перхлорвиниловый лак (если используется черная жесть), кг	25	25
Отвердитель лака, кг	2	2
Материалы для дверей		
Оцинкованная жесть толщиной 3 мм, $м^2$	20,5	20,5
Уголок размером 80 × 80 × 8 мм, м	7,5	7,5
Уголок размером 50 × 50 × 5 мм, м	18,5	18,5
Уголок размером 54 × 45 × 4 мм, м	4,4	4,4
П-образный профиль размером 100 × 40 × 5 мм, м	2,6	2,6
Пластина размером 30 × 3 мм, м	2,2	2,2
Пластина размером 60 × 3 мм, м	2,2	2,2
Тавровый профиль размером 30 × 30 × 3 мм, м	2,2	2,2
Ленточная резина толщиной 60 мм, м	20	20
Резина с прямоугольным сечением 50 × 3 мм, м	5,2	5,2
Вентиляторы		
Вентилятор центробежный типа ВНСН 6,3, производительность 7500 $м^3/ч$, напор 125 $кг/м^2$, частота вращения 1420 $мин^{-1}$, мощность электродвигателя 5 кВт, исполнение левое или правое, угол поворота 270°, с ременной передачей		
Вентилятор осевой типа ВО 3,5, производительность 1770 $м^3/ч$, мощность электродвигателя 0,12 кВт, напор 6,5 мм водяного столба, частота вращения 1450 $мин^{-1}$		

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ШАМПИНЬОНОВ

Культивируемый шампиньон имеет спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынках в свежем или переработанном виде.

Консервирование шампиньонов. Шампиньон представляет собой скоропортящийся продукт, поэтому грибовод должен приложить много усилий по обработке, упаковке и быстрой доставке его потребителю.

Сначала у шампиньонов срезают нижние части ножки, затем их сортируют и укладывают в тару, доставляя на рынок в тот же день. В ведущих странах – производителях грибов шампиньоны в свежем виде упаковывают в картонную, деревянную или пластмассовую тару емкостью от 250 г до 2 кг.

Свежие шампиньоны транспортируются к месту сбыта в вагонах-рефрижераторах, автомобилях или самолетами. Хорошо, если и в магазине грибы хранятся в холодильнике при температуре 2 – 4 °С. Все это ведет к снижению потерь массы при транспортировке, обеспечивает хорошую сохранность грибов и, в конечном счете, удлиняет так называемую "магазинную" жизнь товара. В Голландии, Англии, США и других странах, в которых почти весь урожай шампиньонов реализуется в свежем виде, применяется такая технология заготовки, при которой свежие грибы успешно сохраняются в течение 3 – 7 сут. С этой целью только что убранные грибы помещают в холодильную вакуум-камеру, где их быстро охлаждают приблизительно до температуры 3 ± 1 °С. Охлажденные грибы расфасовывают на специальных линиях в небольшие упаковки, которые завертывают в фольгу и после этого хранят в холодильной камере при температуре 2 – 4 °С.

Шампиньоны в Болгарии все еще считаются деликатесом и не имеют широкого использования в болгарской кухне, но интерес к ним постоянно повышается, а спрос на них растет. При сортировке грибы отбирают только по цвету и степени спелости. Однако грибы повреждаются при транспортировке, в том числе и от давления их собственной массы. Многие из них согреваются, раскрываются, пластинки их чернеют.

Для того чтобы шампиньон стал пользоваться большим спросом, необходимо повысить культуру его предложения на рынке. Грибы, которые предназначены для реализации в свежем виде, следует убирать, по крайней мере, в ящики, но ни в коем случае не в коробки. Даже грибы, предназначенные для переработки, не следует собирать в тару емкостью более 5 кг. Рекомендуется использовать небольшие расфасовки, которые облегчают продажу грибов в магазинах самообслуживания. Закрытые коробочки исключают также конфликты между покупателем и продавцом в отношении развешивания и потерь в массе.

Кроме этого, для реализации шампиньонов в свежем виде необходима хорошо налаженная транспортировка, чтобы собранные утром грибы в течение этого же дня могли дойти до потребителя. Если нет холодильника, то грибы до момента транспортировки следует держать в сухом и холодном помещении при температуре 10 – 12 °С.

Сушка шампиньонов. Сушка, за исключением лиофилизации, – один из самых эффективных способов сохранения шампиньонов. Сушеные шампиньоны используют для приготовления супов-полуфабрикатов, измельчая их на мелкие кусочки или перемалывая на муку. Обычно шампиньоны сушат те грибоводы, которые имеют небольшие шампиньонницы, удаленные от закупочного пункта.

Грибы, предназначенные для сушки, тщательно очищают, срезают концы ножек. Грибы, используемые для сушки, не моют. Еще при сборе урожая грибы рекомендуется сортировать по степени спелости, что облегчает их сортировку после сушки. Для сушки непригодны пораженные болезнями и червивые грибы. Грибы

нарезают кусочками вдоль ножки на специальной доске или на шинковальной машине, укладывают в один ряд на мешковине, натянутой на деревянных рамках таким образом, чтобы кусочки не соприкасались друг с другом.

Сушку осуществляют двумя способами: на солнце или в сушильных камерах. На солнце грибы сохнут медленно, но продукция получается лучшего качества. Этот способ можно применять только при сушке небольших партий грибов. Рамки устанавливают на подставки на высоте 1 м от земли. В плохую погоду и вечером их вносят в сухое и проветриваемое помещение. Влагосодержание в сушеных грибах не должно превышать 12 %.

В сушильных камерах рамы устанавливают ярусами через 20 – 30 см. С помощью встроенных по обеим сторонам камер обогрева сушильные камеры нагреваются до 70 ℃. Образующийся при испарении влажный воздух отводят с помощью вентилятора. Сушка продолжается 3 – 6 ч в зависимости от типа сушилки.

При правильной сушке высушенные грибы имеют влажность около 10 %, белый или немного кремовый цвет мякоти и светло-розовые пластины. Не допускается подгорание кусочков грибов. Грибы потемневшие и с почерневшими пластинами относят ко II сорту. Грибы с поврежденными шляпками и разломами или отломом ножек также относят к более низкому сорту. Рамы с высушенными грибами выдерживают несколько часов при комнатной температуре. За это время влажность грибов повышается до 12 %, и они становятся эластичнее и не крошатся при сортировке и упаковке. Сушеные грибы следует хранить в мешках из полимерной пленки и в картонных коробках.

Лиофилизация – современный метод сушки плодов и овощей в вакууме при низкой температуре. Этот способ пока еще дорог, но исключительно перспективен. Лиофилизирующая установка обеспечивает глубокое замораживание плодов, овощей или грибов. После этого путем повышения температуры вызывается сублимация, т. е. испарение замерзшей в продукте воды. При таком способе сушки продукт сохраняет объем и свою форму, потери эфирных масел и других веществ при этом незначительны. Сухой продукт упаковывают в непромокаемую и твердую тару. Для потребления продукт достаточно размочить в воде. Лиофилизация как метод сушки шампиньонов применяется в ряде стран – производителей грибов.

Заготовка шампиньонов в крепком рассоле. Шампиньоны можно хранить в 15 %-ном солевом растворе в течение 6 – 12 мес. Соленые шампиньоны поставляют на консервный завод для переработки, где их вымачивают в чистой воде и после этого используют для приготовления различных консервов. Разумеется, соленые грибы теряют многие из своих качеств, и особенно свой аромат.

Заготовка шампиньонов в крепком рассоле производится в специальных пунктах, в которые входят бланшировочный цех и помещение для приготовления рассола. Температура воздуха в помещении должна быть постоянной и сравнительно низкой (12 – 16 ℃). Поэтому пригодными для этих целей считаются холодные помещения, расположенные на северной стороне, или подземные помещения, которые используются и для хранения соленых грибов. Однако опытные грибоводы солят грибы без снижения их качества и при температуре 20 – 22 ℃.

Размер и оборудование пункта для приготовления рассола зависят от количества перерабатываемой продукции.

Пункт для засолки грибов должен отвечать санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к помещениям по производству пищевых продуктов: пол должен быть цементным, а стены должны иметь цоколь из цемента или облицовку из кафеля; сточные воды, которые содержат большое количество соли, должны отводиться в безопасные места.

Грибы принимаются заготовителем согласно государственному стандарту или по договоренности между производителем и заготовителем (или закупочной организацией).

На пунктах грибы моют, у них срезают нижнюю часть ножки и оставляют

ножку длиной 1 - 2 см. Если имеются более длинные ножки, то отходы от них обрабатывают отдельно. Особенно важно отделить грибы с раскрытым покрывалом, так как при бланшировании вода окрашивается, а это вызывает потемнение их шляпок. Не разрешается использовать для переработки пятнистые, пораженные болезнями и поврежденные вредителями, давшие трещины, разломанные и червивые грибы. Не допускается переработка плодовых тел, деформированных от заболеваний или применения химических препаратов.

Для очистки и предварительной сортировки грибов в пункте монтируют односторонний стол. Стол может быть деревянным или обшитым нержавеющей жестью или полимерной пленкой. Он не должен быть высоким. Во время работы руки рабочих должны занимать горизонтальное положение или быть немного опущены вниз. Стол, имеющий небольшой уклон в сторону работающего, способствует повышению производительности труда. Перед каждым рабочим в столе имеется по два отверстия – одно для очищенных грибов, а второе – для отходов. Обработанные грибы по желобу падают в ведро с водой, стоящее под столом, а отходы – в емкость для мусора. Один человек обслуживает рабочих, занятых подготовкой грибов: он подносит свежие грибы и относит ведра с очищенными грибами.

Грибы промывают холодной водой в чане. Небольшое количество грибов промывают обычно в парафинированных бочонках или бадьях. Крупные пункты оснащают деревянными корытами или ваннами, изготовленными из нержавеющей стали. Цементные корыта можно использовать только после их облицовки кафелем. Грибы высыпают в наполненную водой емкость и перемешивают вручную. При перемешивании с помощью деревянной палки грибы повреждаются. Нельзя допускать, чтобы вода лилась из крана непосредственно на грибы, так как они при этом повреждаются. Грибы промывают несколько раз. Грязную воду из ванн сливают через отверстия с сетками. Промытые грибы хранят в воде, но не более 15 – 20 мин. Если вымытые грибы хранят без воды, то они чернеют, что ухудшает качество соленых грибов.

Следующей операцией является бланширование, с помощью которого уничтожается вредная микрофлора на поверхности грибов, удаляется воздух, находящийся между пластинками и покрывалом. При этом грибы выделяют часть содержащейся в них воды, а их белки свертываются (коагулируют). Грибы, обработанные таким способом, меньше подвергаются разложению. На небольшом заготовительном пункте для бланширования лучше всего использовать котлы из нержавеющей стали емкостью 100 – 150 л. Допускается также использование медных, но хорошо луженных котлов, а также больших эмалированных кастрюль. Кастрюли с незначительно оббитой с внутренней стороны эмалью обусловливают окисление и потемнение грибов. На консервных заводах используют специальные паровые бланшеры. На небольших заготовительных пунктах котлы устанавливают в специальные очаги. Верхний край котла возвышается на 5 – 10 см над уровнем очага. Бланшировочные котлы чистят песком, специальным порошком или тонкой шкуркой. Очень удобны котлы с краном для стока использованной воды. Если грибы бланшируют в обыкновенных котлах и кастрюлях, то заготовитель должен приготовить себе приспособление для опорожнения котлов по принципу сообщающихся сосудов. Приспособление представляет собой согнутую под углом трубу, закрытую с одного конца пробкой. Трубу наполняют водой, открытым концом быстро погружают на дно котла, после чего пробку вынимают, и горячая вода из котла выливается через трубу в специальный желоб.

Бланширование проводят следующим способом. Котел на $^2/_3$ объема наполняют водой. Например, в котел емкостью 150 л наливают 100 л воды, которую доводят до кипения. Затем добавляют 500 г лимонной кислоты. В этот момент работник должен быть особенно осторожным, так как вода сильно кипит и может его обрызгать. Через несколько минут бурление кипящей воды прекращается, в котел закладывают грибы, лежащие в бланшировочных ситах. Для перемешивания грибов используют деревянные палки.

Операция значительно облегчается при использовании специальных цилиндрических сит, сделанных из нержавеющей листовой стали высотой 45 см и диаметром 40 см, которые вмещают 10–15 кг свежих грибов. Сита имеют отверстия диаметром 5–8 мм. Вымытые грибы насыпают в сито, которое закрывается, и погружают в кипящую воду.

После погружения грибов кипение воды прекращается, но огонь следует поддерживать, с тем чтобы через 2–3 мин вода снова закипела. С этого момента отсчитывается время, в течение которого грибы варят (бланшируют). Продолжительность бланширования грибов в зависимости от диаметра шляпки составляет:

Диаметр шляпки, см	Продолжительность бланширования, мин
До 2	8
2–3	9
3–4	10
Более 4	12

Процесс бланширования завершается, если в кипящей воде не образуется пена.

В 100 л воды можно бланшировать 100 кг грибов, после чего воду следует сменить. Если при бланшировке в котле образуется грязная пена, то ее удаляют с помощью сита.

После бланшировки грибы охлаждают холодной проточной водой в деревянных бочонках, кадках, ваннах из нержавеющей стали. Ни в коем случае нельзя использовать оцинкованные или алюминиевые ванны.

Бланшированные грибы вынимают из котла ковшами или дуршлагами, выдерживают несколько секунд, пока не стечет с них горячая вода, и погружают в емкость с холодной водой. Грибы охлаждаются очень быстро. Ковш погружают в воду в направлении вверх–вниз. При правильной бланшировке охлажденные грибы падают на дно емкости, в которой их охлаждают. Недобланшированные грибы плавают сверху. Если разрезать плохо бланшированный гриб, то можно увидеть во внутренней его части светлое пятно. Правильно бланшированный гриб является эластичным и при разрезе имеет одинаковую окраску всей ткани. Плохо бланшированные грибы кладут обратно в котел для добланширования (в течение 2–3 мин).

После охлаждения грибы солят в чистых и хорошо парафинированных бочонках. В бочонки можно помещать мешки из полимерной пленки, в которые насыпают грибы.

Засолка включает несколько этапов, или, как говорят на практике, несколько рассолов:

Рассол	Содержание соли, %	Содержание соли, кг на 100 л воды
Первый	5	6
Второй	8	9,6
Третий	10	12,0
Четвертый	12	16,0
Пятый	15	19,0

Содержание соли определяют солемером или рефрактометром. Не используют иодированную соль, потому что она вызывает потемнение грибов.

Рассолы должны быть холодными. Соль дозируют в соответствии с нормой и размешивают ее деревянными палками. После того как она полностью растворится, раствор процеживают через марлю, сложенную в 4–5 слоев. Непроцежен-

ный рассол оставляет грязный осадок на дне бочонка, и при засолке грибы, которые находятся в низу емкости, чернеют. При соблюдении последовательности рассолов грибы утрамбовываются и занимают не более половины объема бочки, которую доливают рассолом. Чтобы предотвратить потемнение грибов, их накрывают марлей, так как они обычно всплывают на поверхность рассола.

Первый рассол (5 %-ный) играет весьма важную роль. Грибы нельзя хранить в этом рассоле более 24 ч при температуре воздуха выше 20 °С. Однако при температуре воздуха 12 – 18 °С грибы выдерживают в первом рассоле до 48 ч. По истечении этого срока раствор из бочонка выливают и заменяют вторым рассолом (8 %-ным). В нем и в каждом последующем рассоле грибы выдерживают в течение 48 ч. Каждый рассол меняют таким же способом. Выдержанные в последнем (15 %-ном) рассоле грибы готовы для закладки на хранение. В исключительных случаях, например в жаркое время, грибы можно хранить в 18 %-ном рассоле.

Любое отклонение от описанного способа засолки шампиньонов является нежелательным. Как "перескакивание" через рассолы для ускорения процесса, так и выдерживание грибов в отдельных рассолах в течение большего времени вызывает порчу грибов.

В крепком рассоле грибы хранят в хорошо парафинированных бочонках или бидонах емкостью 100 л. В бочонки или бидоны закладывают по 70 кг бланшированных грибов и добавляют 15 %-ный рассол до краев бочки. Затем бочонок или бидон накрывают полотном и хранят в помещении при температуре 10 – 12 °С.

Процеживание и сортировку по массе и по цвету проводят очень быстро. Подвергающиеся в течение длительного времени воздействию воздуха соленые грибы темнеют. Для процеживания и последней сортировки грибов можно изготовить удобные деревянные столы, огороженные с трех сторон плинтусами. На высоте нескольких сантиметров над верхней плоскостью стола устанавливают пластмассовую планку с отверстиями диаметром 5 – 8 мм. С четвертой стороны стола стекает рассол, а грибы падают в желоб, через который они высыпаются в бочонки или бидоны. Выдержанные в рассоле грибы переносят только в неповрежденных эмалированных или пластмассовых ведрах. Для облегчения работ стол может иметь уклон, чтобы рассол стекал по специальному желобу прямо в канал. Таким образом избегают разливания рассола по полу помещения.

Каждый заготовительный пункт для приготовления крепкого рассола должен иметь следующее оборудование: большие товарные весы; котлы, бадьи; столы; ванны для промывки грибов (самое меньшее – две ванны); сортировочный стол (для отцеживания рассола); парафинированные бочки или пластмассовые бидоны емкостью 100 л; мешки из полимерной пленки; эмалированные или пластмассовые ведра; эмалированные дуршлаги; солемер или рефрактометр; настенный или лабораторный термометр (до 100 °С); марлю; сапоги и прорезиненные фартуки для рабочих; шланги для холодной воды; приспособления для слива воды из котлов, а также молотую пищевую соль, лимонную кислоту.

В одном котле емкостью 150 л, нагреваемом нефтяной форсункой, за 8 ч можно бланшировать около 400 кг свежих грибов. В зависимости от количества перерабатываемых грибов заготовитель может предварительно определить размер помещения и необходимый ему инвентарь.

Заготовка культивируемых шампиньонов в слабом рассоле. Этот способ заготовки применяется только в Болгарии и диктуется местными условиями. Шампиньонницы в Болгарии небольшие и разбросаны по всей стране, а переработка сосредоточена в нескольких местах на специально оборудованных заводах. Транспортировка свежих грибов на значительные расстояния для переработки нецелесообразна, так как при этом ухудшается их качество. Поэтому в Болгарии организованы районные заготовительные пункты, на которых свежие грибы подвергаются обработке.

На пункты поставляют свежие грибы. Сортировку, обрезку, промывку и бланшировку их проводят тем же способом, который был описан для заготовки грибов в крепком рассоле. Различие состоит лишь в том, что бланшированные и охлажденные грибы заливают 3 %-ным рассолом и сразу же отвозят на завод для дообработки.

При приготовлении грибов в слабом рассоле следует обратить внимание на следующие моменты: рассол должен быть очень хорошо процеженным; можно использовать пластмассовые бидоны или парафинированные бочонки с мешками из полимерной пленки в них; бланшированные и залитые рассолом грибы выдерживают не более 24 ч летом и 36 ч зимой; грибы должны занимать до $^1/_2$ объема бидона или бочонка, вторую половину объема доливают рассолом. Летом обычно грибы готовят в бочонках, потому что рассол в них труднее нагревается.

Транспортировку грибов в слабом растворе осуществляют в пластмассовых бидонах. В каждый бидон укладывают по 50 кг бланшированных грибов, после чего их заливают рассолом. Целесообразна транспортировка грибов в рефрижераторах.

Заготовка и транспортировка культивируемых шампиньонов в слабом рассоле осуществляются под руководством и контролем специалистов консервных заводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р а н ч е в а, Ц. Производство на гъби печурки, С., Земиздат, 1965.
2. Р а н ч е в а, Ц. Интензивно производство на печурка в личния двор на малкия производител. С., изд. БРВ при ЦКС, 1978.
3. Р а н ч е в а, Ц. Култивирана печурка в малки гъбарници. Пловдив, изд. "Хр. Г. Данов", 1979.
4. Р а н ч е в а, Ц. Сламен компост за култивирана печурка. С., изд. БРВ при ЦКС, 1980.
5. Р а н ч е в а, Ц. Лятна култивирана печурка. С., изд. БРВ при ЦКС, 1980.
6. Р а н ч е в а, Ц. Култивирана печурка в малки гъбарници. II издание. Пловдив, изд. "Хр. Г. Данов", 1981.
7. Р а н ч е в а, Ц. Хабилитационен труд "Интензифициране на примитивното производство на печурка в България", 1981.
8. С т а н ч е в, Л., Е. Л е в е н с о н, Д. Б о б о ш е в с к а. Агрохимия. Пловдив, изд. "Хр. Г. Данов", 1971.
9. D e r k s, G. 3-phase-1. M. Journal no 9, 1973, p. 376 – 403.
10. F e r m o r, T. R., D. A. W o o d. Microbial biomass in compost: a mushroom nutrient M. Journal № 119, 1982, p. 388 – 391.
11. G e r r i t s, J. P. G., H. C. B e l s - K o n i n g, F. M. M u l l e r. Changes in compost constituents during composting, pasteurization and cropping. M. Science 6, 1968, p. 225 – 246.
12. G e r r i t s, J. P. G. Development of a synthetic compost for mushroom growing based on wheat straw and chicken manure. Neth. J. Agric. Sci., № 22, 1974, p. 175 – 194.
13. L a m b e r t, A. B., A. C. D a v i s. Distribution of oxygen and carbon dioxide in mushroom compost heap as affecting microbial thermogenesis, activity, and moisture therein. Journ. Agr. Research, № 48, 1934, p. 597 – 601.
14. L e r n e r, M. Analyses Tending to Elucidate some Chemical Characteristics of the Horse Manure Used by the Hungarian Mushroom Growing Undertaking in 1958. M. Science IV, 1959, p. 470 – 476.
15. R a s m u s s e n, G. R i b e r. The 16-day "normal" + 75 % inactive composting process. M. Science 5, 1963, p. 91 – 102.
16. S i n d e n, J. W., E. H a u s e r. The Short Method of Composting. M. Science, 1, 1950, p. 52 – 59.
17. S i n d e n, J. W., E. H a u s e r. The Nature of Composting Process and its Relation to Short Composting. M. Science 2, 1954, p. 123 – 131.
18. V e d d e r, P. J. C. La Culture modern des Champignons. Stam/Robijus, 1974, 384 p.
19. V e d d e r, P. J. C. Behandlung des Kompost in der masse. Der Champignon, № 173, 1970, p. 5 – 13.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию 5
Введение 7
Морфологические и биологические особенности шампиньона 9
Помещения, пригодные для культуры шампиньона 12

Подземные помещения 13
Наземные помещения 16
Сушилки табака 18
Плодохранилища с искусственным охлаждением 18
Требования, предъявляемые к техническим установкам и оборудованию помещений 19

Компостирование 22

Понятие о компостировании 22
Материал для приготовления субстрата 23
Условия микробиологической ферментации 27
Сущность микробиологической ферментации 28
Подготовка исходных материалов для субстрата 32
Первая фаза компостирования 43
Вторая фаза компостирования 56

Приготовление субстрата 60

Классический субстрат 61
Универсальный субстрат 63
Субстрат из стержней кукурузных початков 66
Субстрат с добавлением листьев и стеблей кукурузы 69
Субстрат из соломы 71
Устройство небольших камер для термической обработки субстрата 76
Требования, предъявляемые к качеству сырого субстрата 81
Загрузка камеры 82
Термическая обработка субстрата 86
Общие положения 86
Периоды термической обработки 90
Оценка готового субстрата 98
Выход субстрата 100

Выращивание шампиньонов в мешках из полимериой пленки 100

Мешки из полимерной пленки 100
Мицелий 103
Выгрузка камеры 108
Посев мицелия и наполнение мешков 111
Толщина слоя субстрата в мешке 117
Загрузка шампиньонницы 119
Уход за культурой в период прорастания мицелия в субстрате 122
Материал покровного слоя и его насыпка 123
Инкубационный период 126
Период плодоношения 135

Грибоводство и охрана окружающей среды 141

Болезни и вредители шампиньонов 143

Болезни, встречающиеся в субстрате 143
Болезни плодовых тел 151
Вредители 157

Приложение 1. Нормативы, необходимые грибоводу при внедрении новой технологии выращивания шампиньонов 161
Приложение 2. Неисправности в термической камере и в шампиньоннице и их устранение 162
Приложение 3. Технические указания для строительства небольшой термической камеры 171
Приложение 4. Консервирование шампиньонов 182
Литература 188

Ц. Ранчева

ИНТЕНСИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ШАМПИНЬОНОВ

Зав. редакцией **В. Е. Машковский**
Художник **Д. И. Бочаров**
Художественный редактор **Т. И. Мельникова**
Технические редакторы **М. С. Ашиткова, А. Г. Чекалина**
Корректор **А. П. Шахрова**

ИБ № 6427

Сдано в набор 02.06.89. Подписано в печать 16.10.89. Формат 60 X 88 1/16. Бумага кн.-журн. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,76. Усл. кр.-отт. 12,00. Уч.-изд. л. 12,36. Тираж 60 000 экз. Изд. № 566. Зак. № 1947. Цена 50 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат", 107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 8 Государственного комитета СССР по печати, 101898, Москва, Хохловский пер., 7.